# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTIFICA

# ARGENTINA

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
11 APR 1945

DIRECTOR: EMILIO REBUELTO

ENERO 1945 — ENTREGA I — TOMO CXXXIX

SUMARIO

PÁG.

JUAN M. ALESSI. — Sobre la transformada de Le-Roy de variable dual .. 3

WALTER KNOCHE. — Notas sobre el origen del desierto de Sahara ..... 13

REINALDO VANOSSI. — Identificación del germanio mediante el tanato de quinina ..... 29

BUENOS AIRES
CALLE SANTA FE 1145

1945

# SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

## SOCIOS HONORARIOS

Dr. Pedro Visca †
Dr. Mario Isola †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Carlos Berg †
Dr. Valentín Balbín †
Dr. Florentino Ameghino †

Dr. Carlos Darwin †
Dr. César Lombroso †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Vicente Castro †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. Estanislao S. Zeballos †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †

Dr. Walter Nernst †
Dr. Alberto Einstein
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Guillermo Marconi †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Enrique Ferri †

## CONSEJO CIENTIFICO

Ing. José Babini; Dr. Horacio Damianovich; Prof. Carlos E. Dieulefait; Dr. Juan A. Domínguez; Dr. Gustavo A. Fester; Dr. Joaquín Frenguelli; Dr. Josué Gollan (h.); Dr. Bernardo A. Houssay; Dr. Cristofredo Jakob; Dr. Emiliano J. Mac Donagh; Dr. R. Armando Maretta; Dr. Julio Méndez; Ing. Agr. Lorenzo R. Parodi; Dr. Franco Pastore; Capitán de fragata Héctor R. Ratto; Vicealmirante Segundo R. Storni; Dr. Alfredo Sordelli; Dr. Reinaldo Vanossi; Dr. Enrique V. Zappi.

## JUNTA DIRECTIVA

**(1943-1944)**

| | |
|---|---|
| *Presidente* ..... | Doctor **Gonzalo Bosch** |
| *Vicepresidente 1º* ..... | Ingeniero **Enrique Chanourdie** |
| *Vicepresidente 2º* ..... | Doctor **Jorge Magnin** |
| *Secretario de actas* ..... | Profesor **José F. Molfino** |
| *Secretario de correspondencia.* | Doctor **E. Eduardo Krapf** |
| *Tesorero* ..... | Ingeniero **Edmundo Parodi** |
| *Bibliotecario* ..... | Ingeniero **José M. Páez** |
| *Vocales* ..... | Doctor **Reinaldo Vanossi**<br>Ingeniero **Belisario Alvarez de Toledo**<br>Doctor **José Llauró**<br>Ingeniero **Juan B. Marchionatto**<br>Ingeniero **Carlos M. Gadda**<br>Cap. de Frag. **Marcos A. Savon**<br>Doctor **Carlos A. Bertomeu**<br>Ingeniero **Alfredo G. Galmarini**<br>Ingeniero **Gastón Wunenburger** |
| *Suplentes* ..... | Ingeniero **Anecto J. Bosisio**<br>Ingeniero **Héctor Ceppi**<br>Ingeniero **Pedro Rossell Soler**<br>Doctor **Elías A. De Cesare**<br>Ingeniero **Juan B. Berrino** |
| *Revisores de balances anuales* | Doctor **Antonio Casacuberta**<br>Arquitecto **Carlos E. Géneau** |

**ADVERTENCIA.** — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. **Artº 10 del Reglamento de los "ANALES"** (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Administración de la Sociedad, calle Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

**Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 321-325 - Buenos Aires**

# ANALES

DE LA

# SOCIEDAD CIENTIFICA

# ARGENTINA

---

DIRECTOR: EMILIO REBUELTO

TOMO CXXXIX

BUENOS AIRES
CALLE SANTA FE 1145

1945

# SOBRE LA TRANSFORMADA DE LE-ROY DE VARIABLE DUAL

POR

JUAN M. ALESSI

1. — Nos proponemos extender en esta Nota el estudio de la transformada de Le-Roy

$$R\,[\varphi\,(t)] = f\,(z) = \int_0^1 \frac{\varphi\,(t)\,dt}{1 + t\,.\,z} \qquad (*)$$

donde: $t$ es una variable real; la generatriz $(R)$, $\varphi\,(t)$ es integrable en el intervalo (0, 1) y suponemos la existencia de $\int_0^1 |\varphi\,(t)|\,.\,dt$, al caso en que $z$ sea una variable compleja dual, siguiendo un plan análogo al que usamos para estudiar la transformada de Heine (**).

2. — Cuando $z$ es una variable independiente dual, es decir $z = x + ky$, donde $x$ e $y$ son variables reales y $k$ es la unidad imaginaria dual, tal que $k^2 = 0$, la función determinante $(R)$ toma la forma

$$R\,[\varphi\,(t)] = f\,(z) = \int_0^1 \frac{\varphi\,(t)\,dt}{1 + tz} = \int_0^1 \frac{\varphi\,(t)\,dt}{1 + t\,(x + ky)} =$$

$$= \int_0^1 \frac{\varphi\,(t)\,dt}{1 + tx + kyt}$$

o sea que el núcleo de la transformada es $\dfrac{1}{(1 + tx) + kyt}$ y como

(*) J. C. Vignaux. — « Sobre algunas transformaciones funcionales lineales ». *Anales de la Soc. Cient. Arg.* Marzo 1939.

(**) J. M. Alessi. — « Sobre la transformada de Heine de variable dual y bidual ». *Anales de la Soc. Cient. Arg.* Octubre 1939.

no existe el inverso de un número dual divisor de cero debemos establecer el campo de existencia de la transformada $(R)$.

Para que el núcleo exista debe ser $1 + tx \neq 0$, y por consiguiente $f(z)$ existe cuando el número dual $z$ no tiene, como primera componente, un número real $x = -\frac{1}{t}$ ; pero, siendo $0 \leq t \leq 1$, los puntos singulares de la integral serán de la forma $z = a + ky$ con $a \leq -1$, y estos puntos corresponden al semiplano respecto de la recta $x = -1$ que no comprende al origen.

3. Holomorfismo. — Transformemos el núcleo de la integral multiplicando su numerador y su denominador por el número complejo dual conjugado del denominador y tendremos

$$\frac{1}{1 + tx + kyt} = \frac{1 + tx - kyt}{(1 + tx)^2 - (kyt)^2} = \frac{1 + tx - kyt}{(1 + tx)^2}$$

$$= \frac{1}{1 + tx} + k \frac{-yt}{(1 + tx)^2}$$

con lo cual

$$R[\varphi(t)] = f(z) = \int_0^1 \frac{\varphi(t) \, . \, dt}{1 + tz} = \int_0^1 \varphi(t) \left[ \frac{1}{1 + tx} + ky \frac{-t}{(1 + tx)^2} \right] dt$$

$$= \int_0^1 \frac{\varphi(t) \, dt}{1 + tx} + ky \int_0^1 \frac{-t \, . \, \varphi(t) \, dt}{(1 + tx)^2}$$

Pero

$$\int_0^1 \frac{\varphi(t) \, dt}{1 + tx} = F(x)$$

es una transformada Le-Roy en el campo real, cuya generatriz $(R)$ es la misma función $\varphi(t)$ de nuestro problema; además

$$F'(x) = \frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{\varphi(t) \, dt}{1 + tx} = \int_0^1 \frac{-t \, . \, \varphi(t) \, dt}{(1 + tx)^2}$$

por lo cual

$$f(z) = F(x) + ky \, F'(x).$$

Es decir que $f(z)$ es una función holomorfa dual (*) cuyo campo de existencia es el semiplano, respecto de $x = -1$, que contiene al origen excepción hecha de la recta determinante.

(*) J. C. Vignaux. — « La teoría de las funciones de una y de varias variables duales ». *Contrib. al estudio de las C. Físicomat.* Septiembre 1936.

Calculemos las derivadas de

$$f(z) = F(x) + ky\,F'(x) = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tx} + ky\int_0^1 \frac{-t\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2}$$

Resultará

$$f'(z) = F'(x) + ky\,F''(x) = \int_0^1 \frac{-t\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} + 2\,.\,ky\int_0^1 \frac{t^2\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3}$$

y sucesivamente

$$f''(z) = F''(x) + ky\,.\,F'''(x) = 2\,.\int_0^1 \frac{t^2\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3} + \\ + 3!\,.\,ky\int_0^1 \frac{-t^3\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^4}$$

Y en general

$$f^{(n)}(z) = F^{(n)}(x) + ky\,F^{(n+1)}(x) = n!\int_0^1 \frac{(-1)^n\,.\,t^n\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^{n+1}} + \\ + (n+1)!\,ky\int_0^1 \frac{(-1)^{n+1}\,.\,t^{n+1}\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^{n+2}}$$

Este resultado coincide con el resultado formal de $f^{(n)}(z)$ aplicado directamente a la transformada $(R)$ considerada como función de la variable independiente dual $z$; en efecto

$$f^{(n)}(z) = n!\int_0^1 \frac{(-1)^n\,.\,t^n\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tz)^{n+1}}$$

y como $z = x + ky$ resulta

$$f^{(n)}(z) = n!\int_0^1 \frac{(-1)^n\,.\,t^n\,.\,\varphi(t)\,dt}{[(1+tx)+kyt]^{n+1}} = \\ = n!\int_0^1 \frac{(-1)^n\,.\,t^n\,\varphi(t)\,dt\,.\,[(1+tx)-kyt]^{n+1}}{[(1+tx)^2]^{n+1}} \\ = n!\int_0^1 \frac{(-1)^n\,.\,t^n\,.\varphi(t)\,dt\,[(1+tx)^{n+1} - ky\,.\,t(n+1)\,(1+tx)^n]}{(1+tx)^{2n+2}} \\ = n!\int_0^1 \frac{(-1)^n\,.\,t^n\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^{n+1}} + \\ + (n+1)!\int_0^1 \frac{(-1)^{n+1}\,.\,t^{n+1}\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^{n+2}}$$

que es la expresión ya deducida.

4. PROPIEDADES. —

I. *Suma y resta.*

Siendo

$$f(z) = R[\varphi(t)] = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tz}$$

$$g(z) = R[\psi(t)] = \int_0^1 \frac{\psi(t)\,dt}{1+tz}$$

será

$$f(z) = F(x) + ky \,.\, F'(x) \quad \text{con} \quad F(x) = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tx}$$

y

$$g(z) = P(x) + ky \quad P'(x) \quad \text{con} \quad P(x) = \int_0^1 \frac{\psi(t)\,dt}{1+tx}$$

de donde

$$f(z) \pm g(z) = [F(x) + P(x)] \pm ky\,[F'(x) + P'(x)]$$

es decir que toma la forma

$$f(z) \pm g(z) = Q(x) \pm ky\,Q'(x)$$

que nos indica una nueva transformada $(R)$; y como

$$Q(x) = F(x) \pm P(x) = \int_0^1 \frac{[\varphi(t) \pm \psi(t)]\,dt}{1+tx}$$

resulta

$$f(z) \pm g(z) = R[\varphi(t) \pm \psi(t)]$$

Es decir que: La suma o diferencia de dos transformadas $(R)$ de variable dual es otra transformada $(R)$ cuya generatriz es la suma o diferencia de las generatrices dadas.

II. *Producto.*

Con las mismas hipótesis de la propiedad I calculemos

$$z\,.\,f(z)\,.\,g(z) = (x+ky)\,.\,[F(x) + ky\,F'(x)]\,.\,[P(x) + ky\,P'(x)] =$$

$$x\,.\,F(x)\,.\,P(x) + ky\,[F(x)\,.\,P(x) + x\,.\,F'(x)\,.\,P(x) + x\,.\,F(x)\,.\,P'(x)]$$

y llamando

$$S(x) = x \,.\, F(x) \,.\, P(x)$$

resulta

$$z \,.\, f(z) \,.\, g(z) = S(x) + ky\, S'(x) \qquad .)$$

que nos indica una nueva transformada $(R)$.

Del estudio de la transformada $(R)$ en el campo real tenemos que

$$S(x) = x \,.\, F(x) \,.\, P(x) = R\,[\omega(t)]$$

donde

$$\omega(t) = \varphi(t) \,.\, \int_0^1 \frac{\psi(u)\, du}{u - t} + \psi(t) \int_0^1 \frac{-\varphi(u)\, du}{t - u} \qquad ..)$$

O sea que

$$S(x) = \int_0^1 \frac{\omega(t)\, dt}{1 + tx}$$

que, vinculada con .), nos permite establecer que

$$z \,.\, f(z) \,.\, g(z) = \int_0^1 \frac{\omega(t)\, dt}{1 + tz} = R\,[\omega(t)]$$

donde $\omega(t)$ está dada por ..).

Es decir que: el producto de dos transformadas $(R)$ de variable dual multiplicado por dicha variable, es otra transformada $(R)$ cuya generatriz es la misma que resulta en el problema análogo resuelto en el campo real

III. — Siendo

$$f(z) = R\,[\varphi(t)]$$

calculemos

$$g(z) = R\,[t \,.\, \varphi(t)]$$

De acuerdo con lo ya establecido

$$f(z) = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\, dt}{1 + tz} = F(x) + ky\, F'(x) \quad \text{con} \quad F(x) = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\, dt}{1 + tx}$$

y

$$g(z) = \int_0^1 \frac{t \,.\, \varphi(t) \,.\, dt}{1 + tz} = \int_0^1 \frac{t \,.\, \varphi(t)\, dt}{1 + tx} + ky \int_0^1 \frac{-t^2 \,.\, \varphi(t)\, dt}{(1 + tx)^2} \qquad .)$$

En el campo real

$$\int_0^1 \frac{t \,.\, \varphi(t)\, dt}{1 + tx}$$

es una transformada $(R)$ cuyo núcleo es

$$\frac{t}{1+tx} = \frac{1}{x} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{1+tx} \right]$$

y por lo tanto

$$\int_0^1 \frac{t \,.\, \varphi(t)\, dt}{1+tx} = \frac{1}{x} \int_0^1 \varphi(t) \,.\, dt - \frac{1}{x} \int_0^1 \frac{\varphi(t)\, dt}{1+tx}$$

$$= \frac{A}{x} - \frac{F(x)}{x} \qquad ..)$$

donde ponemos

$$A = \int_0^1 \varphi(t) \,.\, dt$$

Además de ..) resulta

$$\frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{t \,.\, \varphi(t)\, dt}{1+tx} = -\frac{A}{x^2} + \frac{F(x)}{x^2} - \frac{F'(x)}{x}$$

y como

$$\frac{d}{dx} \int_0^1 \frac{t \,.\, \varphi(t) \,.\, dt}{1+tx} = \int_0^1 \frac{-t^2 \,.\, \varphi(t)\, dt}{(1+tx)^2}$$

la relación .) nos da

$$g(z) = \frac{A - F(x)}{x} + ky \left[ -\frac{A - F(x)}{x^2} - \frac{F'(x)}{x} \right]$$

$$= [A - F(x)] \,.\, \frac{x - ky}{x^2} - ky \frac{F'(x)}{x} + \frac{k^2 y^2}{x^2} F'(x)$$

(pues el término agregado es nulo ya que $k^2 = 0$).

Recordemos que, si $z = x + ky$, su conjugado dual es $\bar{z} = x - ky$ y tendremos

$$g(z) = \frac{A - F(x)}{x^2} \,.\, \bar{z} + ky\, F'(x) \,.\, \frac{-\bar{z}}{x^2}$$

$$= -\frac{\bar{z}}{x^2} [F(x) - A + ky \,.\, F'(x)]$$

$$= -\frac{1}{z} [F(x) - A + ky \,.\, F'(x)]$$

(ya que el producto de los complejos duales conjugados es $z \,.\, \bar{z} = x^2$).

Por tanto

$$g(z) = -\frac{1}{z}[F(x) + ky\,F'(x)] + \frac{A}{z} = -\frac{1}{z}f(z) + \frac{A}{z}.$$

O sea que

$$\int_0^1 \frac{t\,.\,\varphi(t)\,dt}{1+tz} = -\frac{1}{z}\int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tz} + \frac{A}{z}$$

donde

$$A = \int_0^1 \varphi(t)\,dt.$$

Sucesivamente, si hacemos

$$\psi(t) = t\,.\,\varphi(t)$$

para calcular

$$g_1(z) = R[t\,.\,\psi(t)]$$

aplicamos el resultado anterior y será

$$g_1(z) = -\frac{1}{z}g(z) + \frac{A_1}{z}$$

donde

$$A_1 = \int_0^1 t\,.\,\varphi(t)\,.\,dt.$$

O sea que

$$g_1(z) = -\frac{1}{z}\left[-\frac{1}{z}f(z) + \frac{A}{z}\right] + \frac{A_1}{z}$$

$$= \frac{1}{z^2}f(z) - \frac{A}{z^2} + \frac{A_1}{z}$$

es decir que

$$\int_0^1 \frac{t^2\,.\,\varphi(t)\,dt}{1+tz} = \frac{1}{z^2}\int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tz} - \frac{A}{z^2} + \frac{A_1}{z}$$

y en general

$$R[t^n\,.\,\varphi(t)] = \int_0^1 \frac{t^n\,.\,\varphi(t)\,dt}{1+tz} = \frac{(-1)^n}{z^n}\cdot\int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tz} + P_n\left(\frac{1}{z}\right)$$

donde $P_n\left(\frac{1}{z}\right)$ es un polinomio entero, en $\frac{1}{z}$, de grado $n$, y hemos supuesto además la existencia de las integrales sucesivas de $\varphi(t)$.

Es decir que: Si $f(z)$ es determinante $(R)$ de la función $\varphi(t)$, la función $t^n \cdot \varphi(t)$ tiene por determinante $(R)$ a $\frac{(-1)^n}{z^n} \cdot f(z)$, a menos de un polinomio de grado $n$, en $\frac{1}{z}$.

IV. — Conociendo $f(z) = R[\varphi(t)]$ y suponiendo la existencia de la derivada $\varphi'(t)$ en el intervalo $(0, 1)$ calculemos $h(z) = R[t.\varphi'(t)]$.

Si

$$f(z) = R[\varphi(t)] = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{1+tx} + ky \cdot \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2}$$

sabemos que

$$f'(z) = \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} + 2\,ky \int_0^1 \frac{t^2 \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3}$$

y como

$$z = x + ky$$

resulta

$$z \cdot f'(z) = x \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} + ky \left[ 2x \int_0^1 \frac{t^2 \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3} + \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} \right]$$

$$= x \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} + ky \int_0^1 \frac{-t(1-tx)\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3} \quad .)$$

Además

$$R[t \cdot \varphi'(t)] = \int_0^1 \frac{t \cdot \varphi'(t)\,dt}{1+tx} + ky \int_0^1 \frac{-t^2 \cdot \varphi'(t)\,dt}{(1+tx)^2}$$

e integrando por partes

$$R[t \cdot \varphi'(t)] = \left| \frac{t \cdot \varphi(t)}{1+tx} \right|_{t=0}^{t=1} - \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} +$$

$$+ ky \left| \frac{-t^2 \cdot \varphi(t)}{(1+tx)^2} \right|_{t=0}^{t=1} - 2\,ky \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t) \cdot dt}{(1+tx)^3} =$$

$$\frac{\varphi(1)}{1+x} + ky \frac{-\varphi(1)}{(1+x)^2} - \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} - 2\,ky \int_0^1 \frac{-t \cdot \varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3} \quad \ldots)$$

Pero

$$\frac{\varphi(1)}{1+x} + ky \cdot \frac{-\varphi(1)}{(1+x)^2} = \varphi(1)\left[\frac{1}{1+x} + ky\frac{-1}{(1+x)^2}\right]$$

$$= \varphi(1)\,\frac{1+x-ky}{(1+x)^2} = \varphi(1)\,\frac{(1+x)^2}{(1+x)^2 \cdot [1+x+ky]}$$

$$= \frac{\varphi(1)}{1+z}$$

y, sumando y restando en ...),

$$f(z) = \int_0^1 \frac{\varphi(t)\,.\,dt}{1+tx} + ky\int_0^1 \frac{-t\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2}$$

tendremos

$$R[t\,.\,\varphi'(t)] = \frac{\varphi(1)}{1+z} + \int_0^1 \varphi(t)\left[\frac{1}{1+tx} - \frac{1}{(1+tx)^2}\right]dt$$

$$+ ky\int_0^1 \varphi(t)\,.\left[\frac{2t}{(1+tx)^3} - \frac{t}{(1+tx)^2}\right]dt - f(z)$$

$$= \frac{\varphi(1)}{1+z} + x\int_0^1 \frac{t\,.\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^2} + ky\int_0^1 \frac{t(1-tx)\,\varphi(t)\,dt}{(1+tx)^3} - f(z)$$

y recordando .)

$$R[t\,.\,\varphi'(t)] = \int_0^1 \frac{t\,.\,\varphi'(t)\,dt}{1+tz} = \frac{\varphi(1)}{1+z} - z\,.\,f'(z) - f(z)$$

Si suponemos, ahora, la existencia de las derivadas sucesivas de $\varphi(t)$ en el intervalo (0, 1) podemos, haciendo $\psi(t) = t\,.\,\varphi'(t)$, calcular

$$h_1(z) = R[t\,.\,\psi'(t)]$$

aplicando lo anterior y será

$$h_1(z) = \frac{\psi(1)}{1+z} - z\,.\,\frac{d}{dz}\,.\,R[\psi(t)] - R[\psi(t)] \qquad \ldots)$$

Pero

$$\psi(1) = |\,t\,.\,\varphi'(t)\,|_{t=1} = \varphi'(1)$$

y

$$R[\psi(t)] = R[t\,.\,\varphi'(t)] = \frac{\varphi(1)}{1+z} - z\,.\,f'(z) - f(z)$$

de donde

$$\frac{d}{dz} \cdot R\,[\psi\,(t)] = \frac{-\varphi\,(1)}{(1+z)^2} - 2f'\,(z) - z \cdot f''\,(z)$$

y como, además,

$$\psi'\,(t) = \varphi'\,(t) + t \cdot \varphi''\,(t)$$

resulta que

$$h_1\,(z) = R\,[t \cdot \varphi'\,(t) + t^2 \cdot \varphi''\,(t)] = R\,[t \cdot \varphi'\,(t)] + R\,[t^2 \cdot \varphi''\,(t)]$$

todo lo cual sustituído en ...) nos permite establecer

$$R\,[t^2 \cdot \varphi''\,(t)] = \frac{\varphi'\,(1)}{1+z} + \frac{z}{(1+z)^2} \cdot \varphi\,(1) + 2z f'\,(z) + z^2 \cdot f''\,(z)$$

$$- \frac{2 \cdot \varphi\,(1)}{1+z} + 2z \cdot f'\,(z) + 2 \cdot f\,(z)$$

$$= \frac{-\varphi\,(1)\,[z+2]}{(1+z)^2} + \frac{\varphi'\,(1)}{1+z} + z^2 f''\,(z) + 4z f'\,(z) + 2f\,(z)$$

y por razonamientos análogos se puede calcular

$$R\,[t^3 \cdot \varphi'''\,(t)]$$

y así sucesivamente.

De manera análoga a la que consignamos en el problema del cálculo de derivadas, es fácil observar que los resultados-obtenidos en las propiedades antedichas coinciden con los que se hubieran hallado aplicando formalmente los conceptos estudiados en el campo complejo ordinario a la transformada ($R$) de la variable independiente dual.

# NOTAS SOBRE EL ORIGEN DEL DESIERTO DE SAHARA

POR EL DOCTOR

WALTER KNOCHE

Hugo Obermaier (1) insiste en que la Edad Neolítica en el Norte de Africa (incluso todo el Sahara hasta el Sudán) no debería considerarse de ningún modo como perteneciente a la época diluviana sino a una edad mucho más reciente. Las pinturas rupestres que representan la fauna africana (elefantes, rinocerontes, jirafas, leones, gacelas, antílopes, avestruces) junto con los numerosos descubrimientos que comprueban una colonización humana (región del Atlas, Mauritania, Sur de Argelia y Túnez, Macizo de Ahaggar, etc.) muestran evidentemente que existió un eslabón entre el borde norte del Sahara actual (es decir, la costa mediterránea africana) y el margen sud interior, o sea el Sudán actual. Según E. F. Gautier (2) son sumamente notables los vestigios vivientes en el corazón del Sahara a lo largo de cursos de agua secos, recientes, tal como los cocodrilos en el Lago Miharo y en los Pantanos de Ennedi, y una especie de pez tropical centro-africano (Charias lacera) en la región hundida de los Shotts al sud de Túnez. Gautier considera también a la cobra en estas regiones, si no como un vestigio tropical, por lo menos como una curiosidad y él también pregunta si los ríos secos, de los que unos conducen a los Shotts y otros al Níger, así como los vestigios fáunicos arriba mencionados, no deberían ser atribuídos a la época diluvial. El hecho de que elefantes hayan sido cazados por los cartagineses en el Shott de Djerid al sur de Túnez, según los relatos históricos de origen egipcio y romano, indican condiciones anteriormente mucho más favorables para las regiones donde existe hoy desierto o estepa.

Deberíamos recordar además que el elefante es un animal que se nutre con preferencia del follaje arbóreo, de modo que su pre-

sencia señala una región de selvas, por lo menos de bosques abiertos. Sin duda reinaban condiciones similares en Arabia (3), recordando numerosas expediciones militares por los desiertos absolutos actuales o la migración de los judíos a través de la península de Sinaí, cazas de elefantes de Tutmos II en Siria y las de Tiglath Pileser en regiones que, hoy, están enterradas bajo la arena, o grandes ciudades en distritos ahora totalmente áridos que, aun en los últimos tiempos romanos, eran bien poblados. Además, de muchas fuentes resulta evidente que la decadencia de la cultura no puede ser atribuída exclusivamente a la destrucción de los canales de irrigación en áreas que carecen hoy completamente de agua. Recordemos sólo la ciudad romana de Gerasa, una metrópoli con sus teatros, y una Naumachia en el desierto transjordánico. En todo caso, se sabe de diversas fuentes, que, aun en tiempos históricos más recientes, había vegetación natural y tierra cultivada donde hoy prevalece el desierto o, por lo menos, el desierto-estepa. El verdadero desierto, tal como existió en tiempos históricos, cubrió por lo tanto un área mucho más pequeña que en nuestra época. Restos vivientes de la vegetación, incluso cipreses mediterráneos solitarios y robles perennes, y, además, numerosos representantes de la flora del Sudán, señalan una mezcla más reciente de los elementos vegetales de la región mediterránea con los de la sabana del Sudán en el límite de las selvas africanas de lluvia.

La rapidez extrema con que puede extenderse el desierto así como la formación de dunas en amplia escala puede comprenderse al recordar que muchas antiguas ciudades en el desierto de Rajputana han sido completamente enterradas por tormentas de arena (4); que en el curso de uno o dos siglos, los oásis fértiles a orillas de los ríos, donde había olivos, en los desiertos del sur del Perú quedaron sepultados por médanos; y que, finalmente, aun en regiones no áridas tal como lo es el centro de los Estados Unidos occidentales (1934 y primavera 1935), la arena desempeña un papel destructivo. Lo mismo se observa ya en amplias regiones de la Argentina.

El crecimiento del desierto se atribuye generalmente al proceso de desecación que se produjo desde el fin de la época de las lluvias sobre grandes partes de la tierra donde extensas regiones de superficies planas sufren bajo la influencia de los alisios, una deficiencia de precipitación.

El autor cree que existe a este respecto un error fundamental. Durante las estaciones de lluvia debe haber existido preferentemente una vegetación muy probablemente de bosques y sabanas y, aun con lluvias menores, considerables vestigios de ésta, en parte con cambios de su carácter primitivo, deberían haber sobrevivido y preservado el área original contra el proceso de desecación.

A este respecto debemos distinguir estrictamente entre dos climas fundamentalmente diferentes y simples cambios climáticos. Primero: El « clima geoplanetario » (Gp. Cl) que es principalmente originado por influencias extraterrestres, es decir, cambios de la radiación solar (donde variaciones climáticas menores que se producen, p. ej., como consecuencia de la actividad volcánica, pueden ser despreciadas). Segundo: El « clima de la superficie terrestre » (S. Cl.) que depende hasta cierto grado del clima geoplanetario pero que, como « clima secundario » de extensas regiones, tiene un carácter individual.

En lo que concierne al clima de la superficie terrestre, es importante considerar: *a*) el clima de las regiones cubiertas de vegetación, y *b*) el clima de las regiones parcial o enteramente desprovistas de vegetación. Considerando el Sahara y otros desiertos desde este punto de vista, no es de mayor importancia si se adopta o refuta la opinión de Chudeau ([5]) que rechaza la teoría de la desecación progresiva dentro de los tiempos históricos, es decir, que supone que en la zona árida, en los útlimos miles de años, ningún cambio geoplanetario se haya producido. Tampoco es de fundamental importancia si se da preferencia a Simpson ([6]) quien pretende un máximum de radiación y precipitación en la última era interglacial (es decir, en el punto culminante del período pluvial) seguido por un descenso constante, o, si preferimos la teoría de Wundt ([7]) de un máximum de radiación seguido por una precipitación máxima alrededor de 8300 A. C. En cada uno de estos casos, un « clima de vegetación » queda aún con grandes cambios de su carácter, siempre un clima de vegetación. Bajo la suposición original de una capa de bosques es posible apreciar no solamente el efecto del clima secundario al nivel del suelo, o más bien en la superficie terrestre misma, sino también la influencia del bosque en la superficie. La presencia de la vegetación reduce la radiación en un sentido positivo (día) así como en un sentido negativo (noche) mientras, en regiones áridas, la absorción del calor durante el día de-

sempeña un papel muy importante de modo que, con las altas temperaturas que son alcanzadas al nivel de la superficie o a pequeñas profundidades, la evaporación del agua subterránea es sumamente activa. Dadas condiciones similares, las temperaturas son más o menos iguales en el caso de una capa de césped o de una capa de árboles. En distritos áridos, las temperaturas medias son más altas, las temperaturas absolutas más extremas y la humedad atmosférica más baja que en zonas con vegetación abundante. Además ,en una región pobre en lluvias, el rocío es un valioso elemento de suministro de agua para la vida vegetal; pero en regiones desérticas, el rocío se evapora al ser alcanzado por los primeros rayos del sol, de modo que pierde su efecto. De gran importancia es también el factor « viento » cuya fuerza es frenada al nivel del suelo por cualquier clase de vegetación, y, casi completamente, por un bosque con monte bajo. Considerando pues el efecto combinado de todos los elementos meteorológicos, la desecación de la superficie en las regiones tropicales o subtropicales, y particularmente en la zona de los alisios, es enormemente aumentada en las áreas donde falta la vida vegetal en comparación con las que tienen una capa de vegetación.

El grado teórico o verdadero de evaporación, o de desecación, tiene una importancia mucho mayor que los cambios de la precipitación. Estos, sin embargo, no deben ser despreciados aun cuando sean ligeros, dado que, especialmente en áreas geoplanetarias, secas, cada aumento influiría sobre la vida vegetal. Por ejemplo, en un gran distrito en la India Central (8), la precipitación aumentó en 14 % después de la plantación de bosques. No disponemos, desgraciadamente, de ninguna medida de la influencia, o de la ausencia, de la capa de vegetación sobre la lluvia en un área tan extensa como la que estamos considerando aquí; pero podemos suponer que esta influencia sería tanto mayor cuanto más grande es el área. La relación entre el bosque y el agua subterránea varía considerablemente según el carácter de éste. Bosques húmedos, sobre todo el de tipo tropical, tienen su fisiología propia que, a causa de la actividad biológica de sus componentes, tienen una elevada transpiración, ofreciendo condiciones únicas para la evaporación. Las selvas tal como la Hylea del Amazonas o las de lluvias ecuatoriales de Africa, ofrecen para los fines de evaporación condiciones similares o aun más favorables que una vasta extensión de agua, poco profunda. Praderas húmedas ejercen un efecto similar. La influen-

cia sobre la nubosidad y precipitación, y, por lo tanto, sobre el clima de la superficie es particularmente fuerte. Los bosques secos muestran bajo ciertas circunstancias un comportaciento contrario, dado que, debido al alto poder de absorción de sus raíces, aprovechan toda la precipitación absorbida por el suelo, para mantener así su existencia. Cerrando sus estomas, despojándose de sus hojas y, mediante procesos coloidales, la pérdida de agua puede ser reducida prácticamente a la nada; hojas cubiertas de cera que, reflejando los rayos solares, impiden un aumento demasiado grande de la temperatura, reduciendo así el valor de desecación. Por ejemplo, existen numerosos cactus en las márgenes costeras de Chile, donde la recipitación media anual es sólo de 10 mm, y donde no cae ninguna gota de lluvia durante años seguidos. La vegetación arbórea xerofítica puede considerarse como una formación que hace subir el agua subterránea al nivel más alto reteniéndola en su follaje. En la transición al bosque de lluvia, el proceso se alterna según el suministro de agua, de modo que, durante una estación, la transpiración puede continuar mientras que en la otra será limitada.

Si consideramos a este respecto las condiciones que demuestra la curva $\delta$, en la Fig. 1, suponiendo condiciones geoplanetarias invariables en los tiempos históricos, tenemos una medida de la desviación referente a la desecación actual en el desierto de Sahara. En la época en que existió una vegetación ($\delta_2$), la evaporación (potencial) era considerablemente menor; con la desaparición de la vegetación, la desecación aumentó hasta alcanzar el alto valor actual. Al mismo tiempo, tal como lo demuestran las curvas $\pi_2$ y $\pi_1$, la precipitación ha sido reducida, aun muy ligeramente, suponiendo una vegetación xerofítica, es decir adaptada a la aridez. En todo caso, existe una diferencia fundamental entre las condiciones $\delta_1 - \pi_1$ con respecto a $\delta_2 - \pi_2$, donde la deficiencia del agua es mucho menor con vegetación que bajo las condiciones actuales en que falta una capa vegetal. Aproximándose a los términos de Köppen, $r$ (°) para el límite (línea marginal) de precipitación en la distribución relativa de bosque y estepa, y, $\frac{r}{2}$ para la relación entre estepa y desierto, puede ser determinado un valor que representa la proporción de la evaporación a la temperatura. Es obvio que un valor reducido de evaporación puede ser equivalente a un aumento o disminución de precipitación pero acompañado por un valor bajo de desecación lo

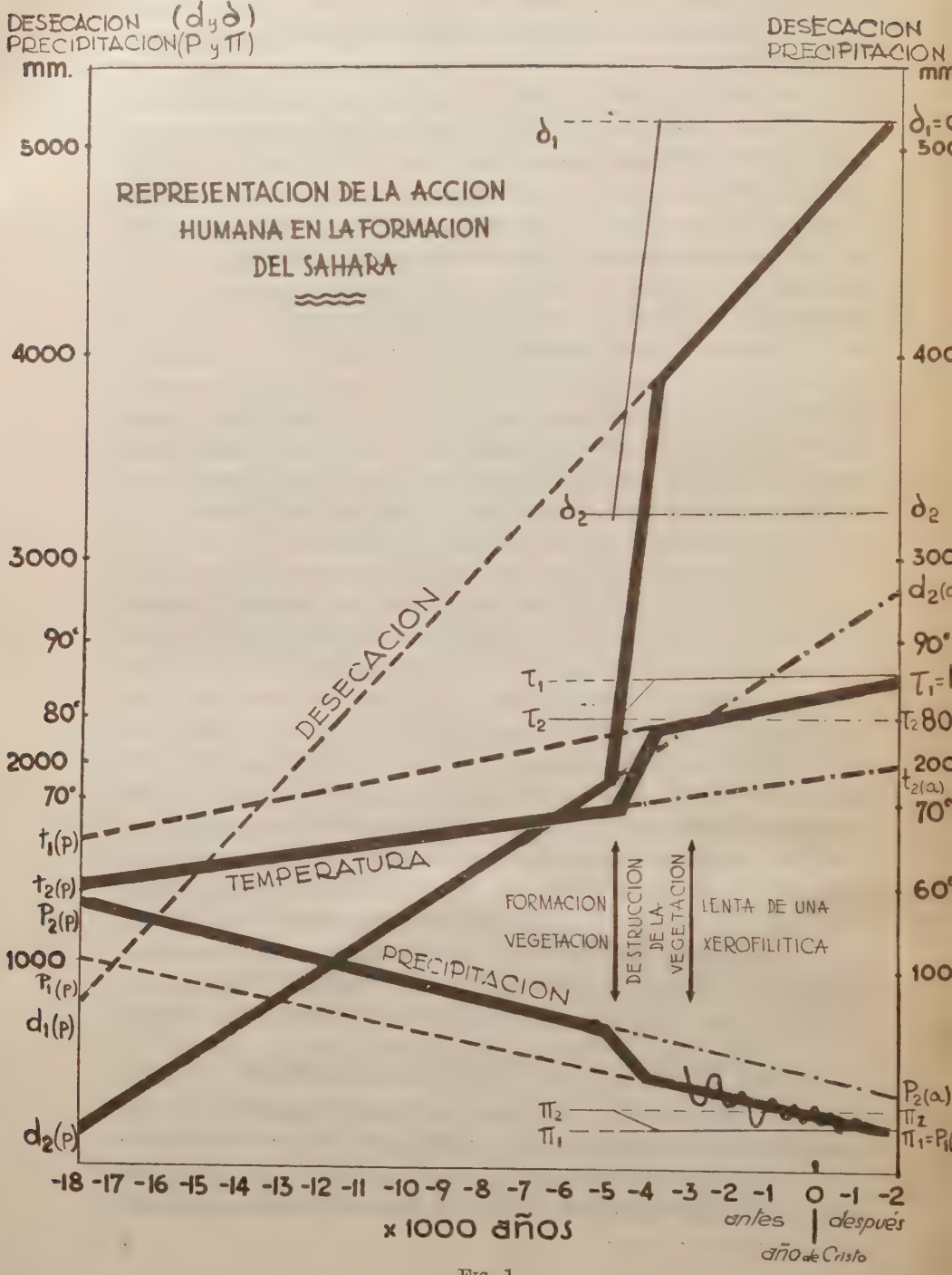
DESECACION (d y ∂)
PRECIPITACION (P y π)
mm.
5000
4000
3000
90°
80°
2000
70°
1000
REPRESENTACION DE LA ACCION HUMANA EN LA FORMACION DEL SAHARA
DESECACION
TEMPERATURA
PRECIPITACION
FORMACION VEGETACION
DESTRUCCION DE LA VEGETACION
LENTA DE UNA XEROFILITICA
$d_1$
$d_2$
$\partial_1$
$\partial_2$
$\tau_1$
$\tau_2$
$t_1(P)$
$t_2(P)$
$P_2(P)$
$P_1(P)$
$d_1(P)$
$d_2(P)$
$\pi_2$
$\pi_1$
$P_2(a)$
$t_{2(a)}$
-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 -1 -2
× 1000 años
antes
después
año de Cristo

FIG. 1.

## EXPLICACION DE LA FIGURA 1

$\delta_1$ Cantidad actual de desecación suponiendo un clima geoplanetario constante (Gp. Cl) y falta de vegetación.

$d_{1(a)}$ Cantidad actual de desecación con clima geoplanetario (Gp. Cl) variable (precipitación reducida; temperatura y evaporación elevadas) y ausencia de vegetación.

$\delta_2$ Id. con vegetación.

$d_{2(a)}$ Id. con vegetación.

$\tau_1$ Condiciones térmicas actuales con clima geoplanetario (Gp. Cl) constante y falta de vegetación.

$t_{1(a)}$ Condiciones térmicas actuales con clima geoplanetario (Gp. Cl) variable y ausencia de vegetación.

$\tau_2$ Id. con vegetación.

$t_{2(a)}$ Id. con vegetación.

$\pi_1$ Cantidad actual de precipitación con clima geoplanetario constante (Gp. Cl) y falta de vegetación.

$P_{1(a)}$ Cantidad actual de precipitación con clima geoplanetario (Gp. Cl) variable y ausencia de vegetación.

$\pi_2$ Id. con vegetación.

$P_{2(a)}$ Id. con vegetación.

($p$) Condiciones climatológicas a fines del período pluvial (para $d$, $t$, $P$).

($a$) Estado climatológico actual (sin vegetación) o estado climatológico actual potencial (con vegetación) para $d$, $t$, $P$ (o $\delta$, $\tau$, $\pi$).

NOTA. — Quisiera mencionar que la fig. 1 debía ser considerada como una representación simbólica para muchas influencias antropógenas en general, entre las cuales figura la destrucción de la vegetación (por fuego, ganado, agricultura, etc.).

que puede suceder en zonas de determinada vegetación arbórea. No faltan ejemplos. En el semi-desierto del norte de Chile Central (« Norte Chico ») con una precipitación de sólo 120 mm, pero en un distrito de nieblas locales, existe un bosque que, con su tapiz de helechos y musgos, puede ser comparado con el bosque húmedo del sur de Chile que tiene una precipitación diez veces mayor.

Pero no es posible suponer un clima geoplanetario constante, sobre todo para esta región, ni según la experiencia histórica ni por razones heliofísicas. Según las ideas de G. C. Simpson ([10]) debemos suponer una época pluvial máxima en todas las regiones que no estaban cubiertas de hielo durante la última época interglacial, húmedo-cálida (Riss-Würm), desde la cual la precipitación disminuyó hasta los tiempos actuales. La causa de este fenómeno fué una insolación mayor con consiguientes temperaturas atmosféricas más altas, y un aumento general de la evaporación de la capa de nubes, condiciones que resaltaban más en la zona ecuatorial. Además, debido a la extensa congelación sobre el Atlántico norte y los continentes adyacentes, las zonas de baja presión estuvieron mucho más al sur, de modo que una gran parte del norte de Africa recibió la precipitación desde el océano cálido. Consideremos bajo este aspecto las curvas $B'$ $B_1$ que se refieren al período 18000 A. C., es decir los límites a la derecha de las curvas de insolación, temperatura y precipitación de Simpson ([11]), señaladas por una línea vertical quebrada, y encontrándose entre el punto más bajo de la depresión de Würm y el cénit de la última acumulación de nieve (Fig. 2). Dado que estas curvas, aun después de hacer ciertas excepciones, son principalmente de importancia simbólica, no importa tomar los años 15000 ó 20000 A. C. como punto de partida. Lo que se conoce con cierta aproximación es la variación actual de la desecación o evaporación (potencial) así como la variación actual de la precipitación; la primera alcanza fácilmente 5 ½ m pudiendo apreciarse el valor de la última para todo el Sahara en 200 mm, con lo que las regiones periféricas reciben una precipitación mucho más elevada mientras cae en el centro una precipitación mucho menor. En una época más calida y más húmeda con capa de nubes más extensa, por lo tanto debido a una insolación reducida, y con temperaturas más bajas ($t_2p$), la cantidad de la evaporación ($d_2p$) era mucho más baja. La precipitación ($P_2p$) era proporcionalmente más alta; aun cuando se estima en sólo 1000 mm ($P_1p$), era hipotéticamente cin-

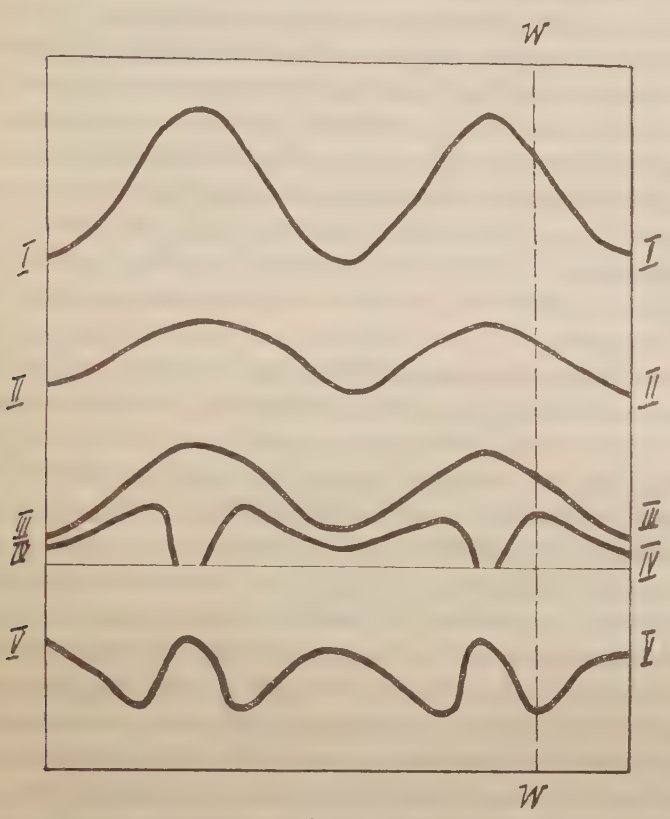


FIG. 2.

Según G. C. Simpson (6).

I. Insolación.
II. Temperatura.
III. Precipitación.
IV. Avance y retiro del hielo. Las curvas descendentes representan las épocas glaciales de Guenz, Mindel, Riss y Würm, respectivamente. Las curvas ascendentes, los períodos interglaciales, es decir el período húmedo-cálido de Guenz-Mindel, el período frío-seco de Mindel-Riss y el período cálido-húmedo de Riss-Würm.

La perpendicular W representando el período glacial de Würm, significa el punto de partida para el estudio adjunto (v. Fig. 1).

co veces mayor que la cantidad de precipitación actual. Esta apreciación de la precipitación anterior se ha basado en la magnitud de la capa de nubes durante el período pluvial tal como fué supuesta por Simpson, correspondiendo sobre los trópicos a la sumo a una capa de nubes actual de 70 - 80 %. La cantidad de lluvia se calcula según el aumento de la precipitación que sería experimentado con una capa de nubes de 70 - 80 % sobre un gran distrito que tiene normalmente una capa de nubes de 50 %. Esta apreciación coincide con la de Ficker ([12]) para el Pamir suponiendo un aumento cuatro o cinco veces de la precipitación para el período glacial. Aunque la elevación es mayor en este último caso, el Sahara está, por otra parte, más cerca de la latitud de las regiones ecuatoriales húmedas.

Esta apreciación es muy probablemente demasiado baja considerando, por ejemplo, que Jerusalén recibió en 1869-70 más o menos 300 mm de lluvia y nueve años más tarde, es decir menos de un decenio, 1100 mm. Hay lugares dentro del alcance de los etesios, por ejemplo Santiago de Chile, donde, durante el corto período de observación, la precipitación anual máxima es diez veces mayor que la mínima. En todo caso, han existido en algún período condiciones bajo las cuales la cantidad de precipitación ha excedido considerablemente la cantidad de evaporación aun cuando supondríamos que, tal como ocurre hoy en día, no ha habido ninguna vegetación; pero en una región tan cálida y húmeda, selvas primarias densas deben haber cubierto el suelo, por lo menos sobre grandes partes del terreno. No hay que despreciar la influencia de estos bosques de lluvias tropicales sobre el clima, es decir que la desecación de la superficie fué entonces reducida considerablemente; que la temperatura fué más baja y la precipitación más alta como resultado de la considerable evaporación sobre un bosque húmedo con grandes lagos y extensas marismas. También aquí, sobre todo en el caso del aumento de la precipitación, se ha hecho una apreciación ínfima (véase curvas $d_2p - d_2a$, $P_2p - P_2a$, $t_2p - t_2a$). Con una disminución progresiva de la cantidad de precipitación y un aumento de la cantidad de evaporación, debe llegar un tiempo, trazado en el diagrama — como hipótesis — alrededor del año 12000 A. C., donde el exceso anterior de la precipitación con respecto a la evaporación termina, apareciendo un déficit de precipitación. Pero aun con este déficit limitado, pueden existir selvas y bosques mediterráneos posteriores con monte bajo denso de musgos y helechos. Encontramos todavía

restos de estos bosques, con un gran exceso de evaporación, por ejemplo en el centro de la Península Ibérica (San Rafael, en la Sierra de Guadarrama). Pequeñas áreas con vestigios de robles siemprevivos y cipreses solitarios en el Sahara demuestran, como vestigios, que la vegetación mediterránea, tal como es típica hoy en el Atlas, llegó anteriormente hasta mucho más al sur. Una desecación geoplanetaria gradual hasta nuestros tiempos, se hubiera producido con una aclimatación del crecimiento original donde hubieran aparecido tipos con una protección natural específica contra la evaporación excesiva (Palmeras, Acacias), habiéndose desarrollado flora xerofítica similar a la actual sabana del Sudán y parecida a la del Chaco.

Se hallan, hasta nuestra época, representantes de esta vegetación del Sudán no sólo en el desierto norafricano, sino también en la Península de Sinaí y en el desierto de Gôr ([13]).

Si no se hubiesen producido acontecimientos que destruyeron el bosque, la continuación punteada ( ·— ·— ·— · ) de la curva $d_2p$ - $d_2a$ y $P_2p$ - $P_2a$ representaría las condiciones actuales. Supuesta una vegetación xerofítica tal como pudiera esperarse, la precipitación sería tal vez solamente poco mayor que actualmente, pero la evaporación y, en consecuencia, el déficit de precipitación sería considerablemente reducida.

Así, el Sahara actualmente estaría cubierto de una vegetación proveniente de la época pluvial. Esta capa vegetal conservaría, sobre todo, el agua subterránea, siendo las montañas (Atlas, Ahaggar, Tibesti, etc.) junto con las corrientes de agua que nacen en ellas, los baluartes de estos bosques.

A este respecto, se han considerado solamente los cambios mayores del clima y no las pulsaciones climáticas, importantes en sí mismas que, desde el año 3000 A. C. se han trazado aproximadamente en el diagrama ([10]). Estas pulsaciones, tal como por ejemplo la ocurrida alrededor de 1200 Año de Cristo ([15]), indican una probable cantidad de precipitación mucho menor que la actual, alternando con variaciones positivas de igual magnitud. Aun hoy, frecuentemente, años muy secos alternan seguidamente con años de precipitación excesiva. Estas pulsaciones, mayores o menores, quedan por lo general sin efecto en regiones sin vegetación; pero si, por ejemplo en los desiertos costeros del Perú septentrinonal, después de décadas de sequía, se producen lluvias como consecuencia

de un avance de la corriente del « Niño » hacia el sur, las semillas (Prosopis) germinan con rapidez extraordinaria y, en muy poco tiempo, avanzan sus raíces hasta una profundidad de muchos metros bajo el suelo; éste, por su parte, retiene la humedad a una cierta profundidad, aunque la superficie se seque rápidamente de nuevo. Plantas son capaces no solamente de aprovechar una lluvia regular ocasional para su existencia, sino también de detener completamente su desarrollo y de reanudarlo cuando se presentan condiciones más favorables. Esto ocurre anualmente en las estepas cubiertas de hierba que se secan durante una estación para renovarse luego por una nueva siembra. Además, aun una vegetación completamente seca conserva el agua subterránea y mantiene al mismo tiempo la coherencia del suelo.

Parece superfluo mencionar aquí los bien conocidos resultados de la desaparición de una capa de vegetación. Esta destrucción de la tierra vegetal, ante todo en regiones montañosas, la interrupción de un sistema graduado y regulado de desagüe, el volverse estériles terrenos elevados, la deposición de cascajos que forman marismas, en las llanuras, etc., es especialmente característico. Se debe agregar sobre todo un cambio del clima de la superficie terrestre que asume un carácter continental intensificado. En regiones donde se produce ya una reducción geoplanetaria de la precipitación, acompañada por una evaporación elevada, el contraste entre el clima antes y después de la desaparición de una vegetación arbórea es especialmente típico. El proceso de la desecación es en seguida enormemente activado, empezando la formación del desierto.

Se ha intentado fijar la Edad Neolítica en el Sahara en tiempos diluviales, pero el Profesor Obermaier, una autoridad indudable en esta materia, sostiene que, entre 4500 - 4000 A. C., pastores asiáticos nómades vinieron con sus cabras al Africa o que, tal vez, estos animales llegaron a este continente como artículos de comercio. Las conocidas pinturas rupestres ([16]) que deben ser atribuídas a este período, muestran la cabra doméstica al lado de los animales salvajes africanos. Junto con el carnero sagrado, ellas son representadas como animales apreciados, decorados con cabezones y un disco entre los cuernos siendo ellas los predecesores de la cabra egipcia. Puede ser que estos nómadas sean idénticos a los proto-ibéricos.

El norte de Africa estaba en esos tiempos bajo la influencia del clima predominante, cubierto de densos bosques en sus márgenes

del norte y sur y con sabanas en su centro. Los pastores que buscaron en primer lugar terrenos abiertos, introdujeron así junto con las ovejas, la cabra doméstica que no es indígena en el Africa. Los descendientes de la cabra doméstica neolítica aparecen todavía como cabras enanas en los declives del Anti-Atlas, en el margen del desierto (región del Sur). Ellas no son solamente notables porque viven en árboles a algunos treinta pies arriba del suelo, sino también porque duermen en estos árboles sacudidos por el viento ([17]). Se trata probablemente de la «capra prisca» introducida en el Africa desde Asia — tal vez simultáneamente con la especie bovina enana, pero en todo caso antes que el buey camita —, más o menos 900 - 1000 años antes de la época histórica.

Aquí tenemos una prueba de que una vegetación arbórea, probablemente sabanas boscosas, debe haber existido en el Africa septentrional y Asia Menor, dado que esta clase de cabras buscan un refugio contra los animales voraces subiéndose a los árboles. Las cabras, sin embargo, son peores destructores de la vegetación que el fuego. Quiero mencionar aquí un solo ejemplo. En las regiones húmedas del sur de Chile con su vida vegetal perpetuamente renovada, la maleza más exuberante y más peligrosa es la zarzamora, introducida hace algunos ochenta años por colonizadores alemanes, que se ha extendido y conquistado grandes partes del Valle Longitudinal. Ningún fuego puede competir aquí con la actividad de las cabras que royendo continuamente los retoños verdes, destruyen la energía vital de esta planta. La destrucción de bosques, causada por cabras se conoce bien en todas las regiones mediterráneas, y la sobrecarga de animales simultáneamente con el fuego así como la actividad agrícola, puede volver rápidamente improductivas y preparadas para la esterilidad vegetativa a extensas áreas. En el Karst, así como en el país vasco, encontramos ejemplos característicos en el mismo ambiente climático, de que la prohibición de tener cabras o su caza en ciertas regiones, ha hecho posible la formación de nuevos bosques, mientras que las regiones vecinas expuestas a la acción perniciosa de estos animales, quedaron devastadas. Luego, como consecuencia de la alta insolación, empieza a producirse el desierto. El suelo desnudo que no es más mantenido por las raíces de las plantas, siendo sobrecalentado durante el día, está expuesto a los vientos cálidos que, por su acción térmica y mecánica, continúan la obra de destrucción de la vida vegetal. Estos vientos

(Chamsin, Harmatan, Siroco) causan, junto con el desierto, la destrucción de la capa vegetal de las regiones vecinas; monzón y brisas continentales y marítimas se vuelven igualmente más intensas. Los ríos son obstruídos y en poco tiempo aparecen médanos movedizos. Cuanto más grande es el área de la región seca, tanto más rápido prosigue y proseguirá la extensión del desierto sobre las tierras periféricas. Un ejemplo de esta clase ofrece también la región limítrofe entre Catamarca y La Rioja donde, cerca de Aimogasta, nuevas plantaciones de olivos sucumben en estos últimos años bajo las dunas avanzadas del desierto.

Si se supone para el Sahara un clima geoplanetario estable o de desecación progresiva, ninguna de estas condiciones en sí puede crear el desierto. El desierto se ha desarrollado como resultado de la acción del hombre en su calidad de pastor de cabras, en una región anteriormente cubierta de vegetación y que se ha vuelto árida por cambios « micro-climáticos », antropógenos.

Se puede suponer que este proceso empezó en el Africa oriental alrededor del año 5000 A. C. y terminó en el oeste alrededor del año 4000 A. C. El cambio de estas fechas o una extensión o reducción del período correspondiente es indiferente para el estudio aquí tratado, Antes de este período existía una precipitación muy elevada con poca evaporación, siendo seguido por otro período con precipitación reducida y una cantidad elevada de desecación. Más adelante, esta última aumentó aun más, disminuyendo la precipitación del mismo modo como si no hubiera habido nunca vegetación.

En qué medida rápida puede ocurrir la desaparición de bosques en todas partes de la tierra enseña particularmente bien el caso de los EE. UU., donde la formación de dunas actúa como otro factor destructivo tal como puede verse claramente en las fotos que se tomaron después de las tormentas de polvo en la primavera de 1935 y que afectaron especialmente a los Estados centrales del oeste.

En todo caso, la destrucción de la vegetación sobre extensas regiones, también cuando éstas están escasamente pobladas, es posible durante pocos siglos o aun pocas décadas. (Canadá, EE. UU., Mattogrosso, Pampa Argentina, Valle Longitudinal de Chile, Chipre, Altiplanicie ecuatorial, India, España, Italia, Dalmacia, Costa Africana septentrional, Africa meridional, etc.). El hecho de que en los tiempos del principio de la destrucción de la capa vegetal del norte de Africa alrededor del año 5000 A. C. sólo pocos millones

de habitantes poblaron la tierra (hacia el fin del período glacial solamente algunos cientos de miles) ([19]), no entra en consideración a este respecto; los nómades con su ganado, el cazador por el fuego aun en pequeño número, son los iniciadores de la destrucción en determinadas regiones climáticas.

El Sahara es limitado actualmente al sur por estepas y parques naturales que desembocan en selvas tropicales; estos parques naturales intermedios, cubiertos anteriormente con bosques ([20]), han sido empobrecidos con preferencia por la acción del hombre, estando ahora expuestos al ataque o avance de las regiones desérticas puras del norte.

El país de los Basutos ([21]) ofrece un ejemplo muy interesante de la destrucción de la vegetación durante el último siglo en una región que no es de ninguna manera un área geoplanetaria extremadamente seca. Durante el siglo XIX, los Basutos eliminaron los bosques por completo ocupando su lugar una estepa puramente de pasto. Bajo la pacífica protección del Gobierno Británico, la ganadería se desarrolló hasta tal grado que el tapiz vegetal fué destruído por sobrecarga con animales. El resultado de esta actividad ha sido la desaparición de las fuentes y una rápida desecación del país.

Las causas alegadas para la formación del Sahara deben aplicarse también a los desiertos del Asia Menor en un período anterior, sobre todo que siglos antes, y en el este todavía antes que en el oeste, la vegetación existente fué destruída por rebaños de cabras nómades (y por ganado) provenientes de Asia Central. En muchas partes de la Península Arabe que tienen actualmente un carácter completamente desértico, se han encontrado vestigios de una alta cultura, aun dentro de los tiempos históricos, así como evidencias de condiciones más favorables para la vida.

En el este y noroeste de los valles montañosos del Asia Central la cabra salvaje tiene su origen. Allí, en las pampas de alturas naturales, el hombre convirtió probablemente a la cabra salvaje, así como también a la oveja salvaje, en animal doméstico. A medida que la vegetación central-asiática fué destruída, estos hombres con sus animales « tragaron su camino », poco a poco, hacia el oeste a través del Asia Menor hasta el límite del Sahara, dejando desiertos detrás de sí. Las pinturas rupestres de estos hombres neolíticos coinciden con respecto al tiempo con la más temprana historia humana así como también con el « principio » del Sahara. También

las primeras transmigraciones de los pueblos, bajo la presión de una sobrepopulación relativa, debidas a la devastación de los campos de pastoreo, pueden haberse producido en ésta época.

Un proceso similar, probablemente a una fecha posterior, vale para el desarrollo de los desiertos africanos australes.

## Bibliografía


(1) Hugo Obermaier. — « La antigüedad del Arte rupestre ». *Bol. d. l. Acad. de la Hist.*, N° C, cuad. I, p. 243, Madrid 1932.
(2) E. F. Gautier. — « The Ahaggar »: « Heart of the Sahara ». *G. R.* Vol. XVI, 1926, p. 394.
(3) Ellworth Huntngton. — « Palestine and its transformation ». Boston & New York, 1911.
(4) van Wuuren-Helbig. — « Vorderindien ». *Handbuch d. Geogr. Wissensch.* Lief. 125, p. 254.
(5) R. Chudeau. — « Le probleme du desechement en Afrique Occidentale ».
(6) G. C. Simpson. — « World climate during the quaternary period ». *Quart. Journ. of the R. Met. Soc.*, Vol. 60, N° 25, 1934, pp. 424-478.
(7) W. Wundt. — « Die Klimate der Eiszeit und Nacheiszeit ». *M. Z* 1935, Vol. 52, cuad. 8, pp. 273-277.
(8) Obst-Supan. — « Die Grundzüge der physischen Erdkunde », Vol. I, p. 210.
(9) Koeppen. — « Grundriss der Klimakunde », p. 128.
(10) *L. c.* (6), pp. 432-433.
(12) H. v. Ficker. — « Sitz. Ber. Preuss. Akad. Wiss ». *Mat. Kl.* 2, 1933, p. 61.
(13) R. Gradmann. — « Die Steppen des Morgenlandes ». *Geogr. Abh.*, Dritte Reihe, cuad. 6, 1934.
(14) *L. c.* (3), p. 403.
(15) *L. c.* (3), p. 275.
(16) *L. c.* (1), Coloured picture: Djebel Berseba (Sahara Atlas). L. Frobenius & H. Obermaier.
(17) Max Hilzheimer u. Ludwig Heck. — « Die Saeugetiere », vol. 4, Leipzig, 1916, p. 289 (Brehms Tierleben), cit. también por Prof. Dr. E. Martus. — « Allgemeine Geographie », II, cuad. 3, p. 92 (en Klute, *Handb. d. Geogr.*).
(18) Adolf Staffe. — « Zwerghaustiere im Südwestkameruner Urwald », *Forsch. u. Fortschr.*, 12. Jahrg. (N° 20, 21), 1936, p. 252.
(19) Edwin Fels. — « Der Mensch als Gestalter der Erde », Leipzig, 1935, pp. 140-141.
(20) Werner Koops. — « Die Landschaftsgürtel des westlichen Sudans », Hamburg, 1935, p. 58.
(21) *L. c.* (18), p. 58.

# IDENTIFICACION DEL GERMANIO MEDIANTE EL TANATO DE QUININA

POR

REINALDO VANOSSI

Las reacciones de caracterización del germanio, hasta ahora conocidas, son de relativamente baja sensibilidad o de difícil aplicación para tener especificidad suficiente. A parte de las reacciones microquímicas por cristalización [4a]; de la de precipitación como fluogermanato de potasio, empleada por Noyes y Bray [9a] en su sistema analítico general, y de la precipitación con tanino [5, 15], de escasa sensibilidad, merecen citarse las siguientes: 1) Producción de $GeH_4$ y su descomposición a Ge elemental, observable tal como en el método de Marsh, para arsénico [1, 4, 9]; la reacción permite reconocer hasta 1 γ de Ge, en un tiempo relativamente largo; 2) Coloración azul producida [11] con solución sulfúrica de quinalizarina (de color rosa-violáceo); poco neta y sensible a 5 γ de Ge; 3) Otras reacciones resultan con ácido hidroxinaftacene quinonsulfónico; ácido ftálico [12]; ácido p.nitrobencene-azo-cromotrópico, en ácido sulfúrico [10]; 4) Los polialcoholes (p. ej.: manita) dan con el Ge (a semejanza del bórico) ácidos complejos más fuertes [11]; así, una solución de germanato, débil alcalina frente a la fenolftaleína, decolarará o disminuirá el rojo, al agregar manita, aun en presencia de 2.5 γ de Ge; 5) El ácido selenhídrico (solución en formol) [8], da color amarillo. De acuerdo con mis ensayos la reacción no tiene seguridad debido a la fácil producción de selenio rojo, debido al oxígeno del aire; 6) La formación de germanomolibdato [7]: $H_8[Ge(Mo_2O_7)_6]$, puede utilizarse, ya sea por su color amarillo [2] (poco sensible) o por su poder oxidante frente a sal ferrosa o a la benzidina [3, 7, 10] (en este último caso se producen los azules de molibdeno y benzidina); la sensibilidad es de 0.5 γ de Ge, en 0.025 ml. Estas últimas reacciones, dentro de su

buena sensibilidad, tienen el inconveniente de que, análogamente, ellas producen silicato y fosfato (arseniato disminuye la sensibilidad); y, si bien, una cuidadosa separación previa del germanio, por destilación de su cloruro, permite aislarlo de aquéllos, prácticamente es común que existan en la solución ínfimas cantidades de fosfato y o silicato, provenientes de los mismos reactivos o del vidrio, con

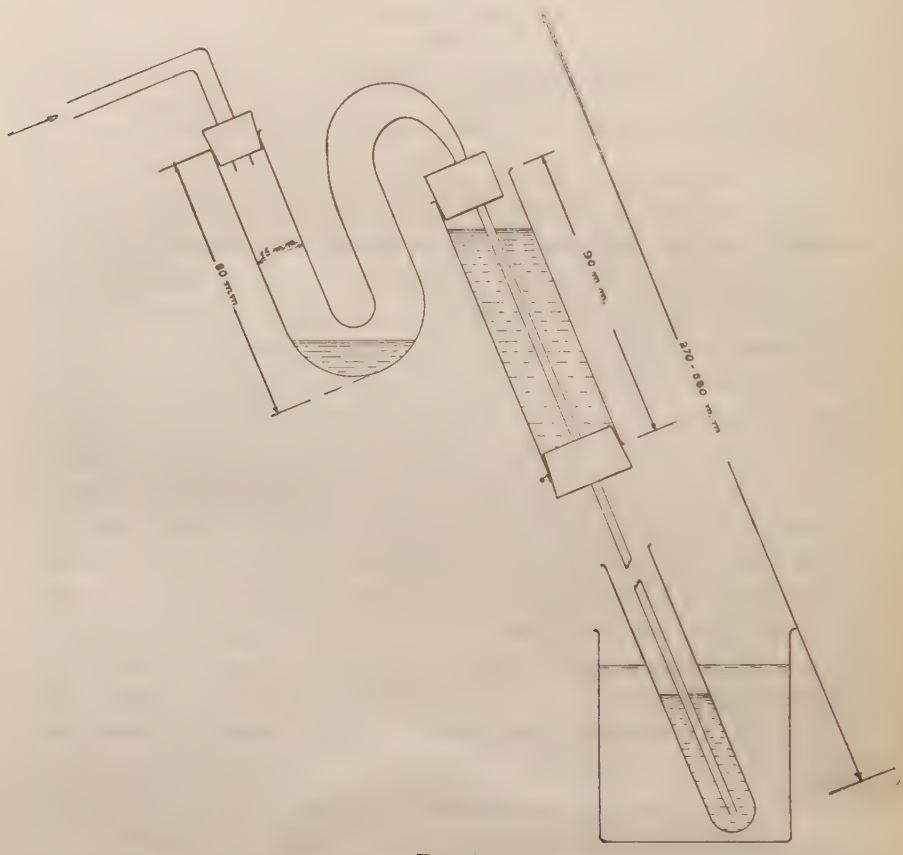


Fig. 1.

el resultado de que es difícil obtener testigos exactamente reproducibles y por lo tanto no es fácil discernir en los casos de ínfimas cantidades de germanio.

En el actual trabajo trataré la identificación del germanio en escala micro o semi-microquímica, en cualquier clase de sustancia (*).

(*) Salvo los volátiles, sin descomposición, en el ataque ácido.

El método consiste, primeramente, en la separación del $GeCl_4$ por destilación, tal como se realiza en general, pero recibiendo los vapores en cloroformo (o $CCl_4$), lo que permite, aparte de una eficiente absorción, una automática purificación de la solución; en segundo término se aplicará un nuevo reactivo — tanto de quinina — de extremada sensibilidad y que permitirá identificar a este elemento con seguridad.

## Método

*Utiles.* — Tubos de ensayo de 100 a 130 mm por 11 a 12 mm (diám. int.).

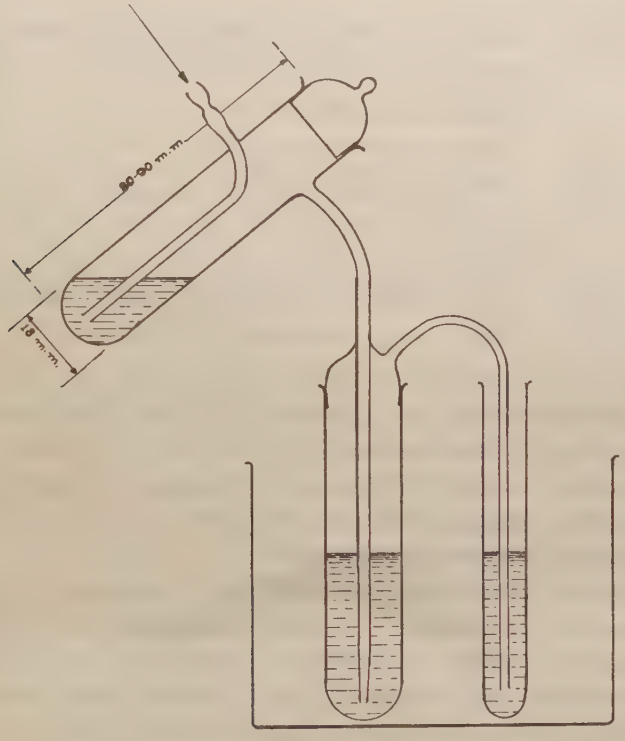

Fig. 2.

Tubos-pipetas de 180 mm × 6 mm (diám. int.). Con menor diámetro habrá dificultades para la separación de la fase clorofórmica en una columna continua dentro de la pipeta.

Una centrífuga manual y un espejo, para poder hacer las extracciones con tubo-pipeta, más cómodamente.

Un aparato destilador: la figura 1 indica la forma más simple, sin partes esmeriladas; la figura 2 expone una forma más completa, sólo necesaria para ensayos cuantitativos o de control (*). Operando con algunas precauciones, el primer aparato es suficiente para fines cualitativos, obteniéndose los límites de apreciación de germanio que se indicarán en el texto. La sustancia se introduce en el tubo en U (figura 1) y se agregan los ácidos para el ataque, de modo que el nivel llegue aproximadamente a la altura indicada: se insufla aire (puede soplarse a boca, ya que la operación dura pocos minutos) y se calienta con moderación, tratando de que no haya arrastre mecánico.

*Reactivos.* — Aparte de los ácidos concentrados, necesarios para el ataque de la sustancia, y de los disgregantes:

Solución de ácido clorhídrico, 1.5 M.
íd. hidróxido sódico, 0.5 M.
íd. cloruro sódico, 1.5 M.
íd. fenolftaleína 0.02 %, en alcohol de 95°.
Tiourea (cristales).
Solvente para la absorción: cloroformo (o de igual comportamiento: $CCl_4$).

*Reactivo.* — Se disuelve a 50-70°C, 0.05 g de clorhidrato de quinina en 10 ml de solución 0.02 M de HCl y luego se disuelve 0.025 g de tanino. La concentración de tanino puede ser mayor y en tal caso, como se indicará al exponer las consideraciones generales sobre el método, deberá disminuirse la concentración de Na Cl en la solución donde actuará el reactivo.

El reactivo actúa mejor (en cuanto a la obtención de « testigos », bien límpidos), cuando no tiene más de algunos días de antigüedad (temperatura ambiente ca. 20°C; a menor temperatura se conserva más); sin embargo, dentro de una pequeña menor sensibilidad, aun puede utilizarse después de algo más de 1 mes, a ca. 15°C, y a pesar de que aparezcan colonias de microorganismos. El reactivo tiene color débil amarillento que algo aumenta con el tiempo. Si presentase ligera opalinidad (aparte de algo de sedimento), desaparecerá con gotas de ClH, M; de lo contrario los « testigos » no serán límpidos.

(*) Para emplear este aparato con pequeños volúmenes de cloroformo se introduce dentro del primer tubo de absorción otro menor, con el solvente.

Empleando dos marcas comerciales de tanino (British Drug y Merck) se notaron pequeñas diferencias, en cuanto a la concentración de NaCl necesaria para obtener una misma sensibilidad. Este hecho, en consecuencia, no tiene significación práctica.

*Solución de germanio.* — Se disuelve 0.0100 g de $GeO_2$ (se comprobó previamente una pérdida despreciable por calcinación) en las gotas necesarias de solución M de NaOH y luego de diluir se acidifica con gotas de solución de HCl conc., llevando a un volumen de 100 ml. A partir de esta solución se preparan las otras de menor concentración y con acidez clorhídrica ca. 0.1 M. Al cabo de tres meses las soluciones diluídas no acusaron diferencias en cuanto a intensidad de opalinidad frente al reactivo, comparadas con soluciones de reciente preparación; pero soluciones conservadas en medio alcalino (NaOH), acusaron pérdida de Ge (posible adsorción de germanato, de parte del vidrio).

*Ensayo del reactivo.* — Las soluciones débilmente ácidas de tanato de quinina (y de otros alcaloides), dan opalescencia o precipitado cuando se agregan a soluciones que tengan una concentración en sales o acidez superiores a ciertos límites. Existe, para cada caso, una determinada concentración en ácido y sal, en que un cierto volumen de reactivo agregado no produce opalinidad, ni aun después de horas, y sí la produce si existe germanio, con esas mismas concentraciones de electrólitos. En consecuencia, el ensayo del reactivo se refiere a establecer los volúmenes y concentraciones de sustancias que permitan obtener opalescencia con una cierta cantidad de germanio, a una dada temperatura y dentro de un cierto tiempo, muy inferior al que se requeriría para que en iguales condiciones la produjese el « testigo ».

Concretando, y como ejemplo, supongamos que se elige un volumen total de solución de 1.20 ml (*), al que se le agregará 0.20 ml de reactivo (y proporcionalmente más, para mayor volumen),

(*) Este volumen es suficiente para operar en el caso del método general, en que el $GeCl_4$ está disuelto en cloroformo, el cual será sometido al tratamiento que más adelante se indicará. Sin embargo, puede operarse hasta con 3 ml sin que la sensibilidad sufra apreciable alteración; pero, entonces, conviene verter de golpe el líquido sobre el reactivo para asegurar mezcla instantánea, pues, si bien una opalinidad transitoria (por exceso de concentración local) puede desaparecer al uniformar, no siempre sucederá, debido a la escasa reversibilidad del proceso.

siendo conocida la temperatura de operación ($\pm 1°C$). Entonces, se introducen en dos tubos de ensayo, 1 gota (0.02-0.03 ml) de la solución de fenolftaleína (0.02 %) (*) y 0.20 ml de la solución de HCl, 1.5 M, en cada uno; y luego, 0.12 en uno y 0.25 ml en el otro, de la solución de NaCl, 1.5 M; se completa con agua hasta el volumen de 1.20 ml y después de mezclar, previo conocimiento de la temperatura (o por lo menos de su estabilidad a $\pm 1°$; por ello, si es necesario, se empleará un baño de agua), se agrega 0.20 ml. del reactivo, agitando a medida que se agrega, y sin preocuparse por alguna opalescencia transitoria. Si después de dos o tres minutos de reposo (**) ambos tubos presentan opalescencia, significa que los volúmenes de las soluciones de ácido y sal son excesivos; en este supuesto se repite el par de ensayos, empleando menores volúmenes de las dos soluciones (o de una sola si las opalescencias anteriores eran muy débiles); recíprocamente, si en el primer par de ensayos los tubos acusan limpidez a los 15-20 minutos, se repetirá empleando mayores volúmenes. En esta forma y por variaciones de centésimas de ml se llega a un par de ensayos en que después de 15 minutos o más (hasta períodos de horas), uno de ellos permanece límpido y el otro presenta una muy débil opalinidad, comparada con un tubo conteniendo agua pura y con conveniente ángulo de iluminación. Los volúmenes de ácido y sal empleados en el tubo con líquido límpido deberán emplearse en los ensayos de investigación de germanio, a la misma temperatura.

NOTAS:

1) La temperatura tiene marcada influencia; en el ejemplo anterior, si a una temperatura se obtienen los volúmenes de sal y ácido óptimos, para no tener opalescencia (inmediato al ensayo que de opalescencia), de 0.20 ml y 0.22 ml, respectivamente; con el mismo reactivo y soluciones, se requeriría, probablemente a diez grados más, 0.40 y 0.48 ml, para así tener igual o casi igual sensibilidad. Esto equivale a decir que, empleando, a esta última temperatura, los volúmenes encontrados para la anterior, la sensibilidad sería varias veces

(*) La solución de fenolftaleína se emplea aquí para colocarse en las mismas condiciones de una solución conteniendo germanio y acidez clorhídrica, la cual deberá ser previamente neutralizada con solución de NaOH, 0.5 M. Una mayor concentración de indicador daría opalescencia, por insolubilidad; además, el alcohol actúa como disolvente del tanato de quinina y del complejo de germanio; si se emplea en todos los casos el mismo volumen de esta solución, no habrá inconvenientes.

(**) No se harán agitaciones persistentes, porque se altera el proceso coloidal.

inferior y pasaría de 0.01 γ de Ge a poco menos de 0.1 γ. Esta situación, es, en todo caso menos grave que la inversa, en que, pasando a una temperatura inferior y empleando los mismos volúmenes de ácido y sal, se tendría opalescencia, confundible con la que produce el germanio.

Cuando se conocen las condiciones de trabajo a una temperatura determinada y se las quiere determinar a otra, diferente en pocos grados de la anterior, se puede simplemente variar, en los ensayos previos, el volumen de una sola de las soluciones (ácido o sal) o también, dejando constante a ambos, variar el volumen final; así, p. ej., podrá encontrarse que, dentro del caso ya citado, si el volumen es de 1.20 ml, a dos o tres grados más sería de 1.13 y a dos o tres menos sería de 1.30 ml. Cuando se hace variar el volumen de una sola de las soluciones no conviene llegar a tener mayor desproporción entre los volúmenes de ácido y sal que 1/1.5, o a la inversa, porque el reactivo, entonces, actúa menos regularmente.

2) Cuidando las mediciones de volúmenes y la temperatura los resultados son absolutamente reproducibles y hasta se permiten ciertas variaciones en cuanto a los períodos de tiempo en que deben hacerse las observaciones. La apreciación límite de 0.01 γ de Ge se puede obtener, por ejemplo, ya sea eligiendo volúmenes tales que el « testigo » no produzca opalescencia ni en una hora, en cuyo caso, con esa cantidad de germanio, aparecerá opalescencia apenas perceptible, dentro de 7 a 15 minutos (a mayor temperatura, aparece más lentamente); o sinó, con volúmenes que la producirían en el « testigo » a los 15-20 min., pero que con Ge aparecería dentro de los 5 min. Esta última posibilidad de trabajo exige mayor cuidado en las mediciones (y temperatura), pero permite discernir más rápidamente. En todo caso, no pretendiéndose operar en condiciones de máxima sensibilidad, y siendo suficiente, p. ej., 0.02-0.04 γ, conviene elegir volúmenes tales que permitan ciertas tolerancias operatorias, de acuerdo con las circunstancias, pudiendo obtenerse, con todo, opalescencia dentro de 1-2 min., con aquellas ínfimas cantidades del elemento.

3) Aun con microgramos de Ge la reacción se manifiesta como enturbiamiento blanquecino, de tipo coloidal, que tiende a coagular tanto más lentamente cuanto menor la cantidad de elemento. Con fracción de microgramo las opalescencias aumentan con el tiempo y parecen, luego, estabilizarse, para terminar después de horas, con un comienzo de sedimentación. Por otra parte ensayos realizados en volúmenes de 3 ml y con centésimas de γ de Ge, indican proporcionalidad entre las opalescencias y las concentraciones de Ge; para cantidades del orden de las décimas de γ, sería necesario aumentar los volúmenes para permitir suficiente dispersión. En cualquier caso debe procedrse de modo que se produzca la más rápida mezcla del reactivo con la solución.

4) De acuerdo con todas las consideraciones anteriores se puede agregar que, si sólo interesa la investigación de Ge, dentro de algunas centésimas de γ, o más, sin precisar estrictamente el límite de perceptibilidad, no es indispensable realizar ensayos con solución del elemento, de concentración conocida; pues con elegir los volúmenes actuantes, de acuerdo con los detalles indicados, se tendrá la seguridad de la acción del reactivo, aplicándolo según los detalles del método general que se expondrá.

5) De acuerdo con el método que se describirá, el $GeCl_4$ destilado se encuentra disuelto en cloroformo, el cual después de purificado con tiourea,

se somete a neutralización y al agregado de las soluciones de sal y ácido, completando al volumen elegido en el ensayo del reactivo. Ahora bien, tal como se indicará, el cloroformo, luego, se extrae agregando al líquido acuoso el reactivo; pero se puede también operar en presencia del cloroformo, aunque la sensibilidad para germanio será menor (porque, probablemnte, parte de la quinina del reactivo se disuelve en el cloroformo y, así, se altera la relación «quinina/tanino»). Con todo se alcanzará la misma sensibilidad que en ausencia de cloroformo, si el reactivo se ensaya previamente en presencia de aquél (se podrá comprobar, en este caso, que se requiere operar con un poco más de ácido y/o sal).

*Ataque y destilación de la sustancia a analizar.* — Se emplea hasta algunos centígramos de sustancia sólida; en el caso de soluciones se evapora en medio alcalino hasta casi seco, lo que puede hacerse en caliente y en el mismo destilador e insuflando aire en sentido inverso; si se trata de la masa sólida resultado de una disgregación térmica, se arrastra con agua al destilador y se evapora (fig. 1).

Se introduce cloroformo (o $CCl_4$) hasta una altura de 30 a 40 mm (3-4 ml) en el tubo que recibirá el destilado, el que estará sumergido en agua a 5-10°C; a esta misma temperatura estará el agua del refrigerante (a mayor temperatura, mayor pérdida de $GeCl_4$).

El ataque ácido puede hacerse sólo con ácido clorhídrico y un oxidante (p. ej., persulfato de amonio), para el caso de sustancias de composición sencilla y fácilmente atacables; o, en términos generales, con la mezcla de ácidos clorhídrico, nítrico, sulfúrico y perclórico, lo que permitirá destruir complejos y materia orgánica. En este último caso se agregará al destilador, para ca .0.050 g de sustancia sólida (*); 0.2-0.3 ml de $HNO_3$ conc., tapando, calentando e insulando aire (**), hasta que termine la acción; luego se agrega rápidamente 0.2-0.3 ml de $H_2SO_4$ conc. (en general, se agregará por lo menos el doble de la cantidad necesaria para transformar todo en sulfatos), 0.3-0.4 ml de $HClO_4$ conc. (70 %) y 0.7-0.8 ml de HCl conc. Si al agregar estos ácidos se produce reacción vio-

(*) Considerando la alta sensibilidad de la reacción de Ge, a menudo será posible operar con menor cantidad de sustancia y menores volúmenes de ácidos, lo que permitirá abreviar la destilación. En este supuesto convendrá, también, emplear menor volumen de cloroformo como absorbente (aunque con casi la misma altura, lo que se conseguirá empleando un tubo de poco menor diámetro) y, además, un tubo destilador de algunos mm menos de diámetro.

(**) Si la sustancia contiene cloruros, ya aquí hay desprendimiento de $GeCl_4$. Si es necesario se agregarán otras gotas de ácido (pero sólo lo indispensable) y también de clorhídrico.

lenta, se tapa enseguida y se insufla aire; además, si la sustancia contiene fluoruros, se agregará antes de los ácidos, ca. 0.1 g de $H_3BO_3$. En cualquier caso se opera calentando suavemente, e insuflando aire, lo indispensable para arrastrar los vapores al tubo absorbente; no se calentarán las paredes laterales del destilador. El $GeCl_4$ destila en su mayor parte en el primer período de la operación, de modo que en dos o tres minutos de suave ebullición y soplado, ya es posible terminar; pero en el caso de sustancias orgánicas o complejos será necesario continuar la destilación hasta desprendimiento de vapores blancos, agregando más $HNO_3$ si es necesario (lo indispensable) y terminando con el agregado de un poco más de HCl para eliminar el $GeCl_4$ restante. Al progresar la destilación disminuye el color amarillo-rojizo del cloroformo, debido a la parcial eliminación de vapores nitrosos; esto no significa pérdida apreciable de germanio si la temperatura se mantiene baja; en todo caso si la destilación debe durar más de 7-8 min. se agrega algo más cloroformo para aumentar la columna absorbente, o mejor, se cambia el tubo absorbente por otro con cloroformo puro.

En presencia de mucho rutenio, el líquido ácido que sobrenada al cloroformo tiene color rojizo oscuro, que puede invadir todo, para mayores cantidades.

*Tratamiento del destilado.* — Al líquido de la destilación (cloroformo-ácido) se le agregan dos (o más) volúmenes de HCl conc. (respecto del volumen del ácido que sobrenada al cloroformo), para pasar al solvente la casi totalidad del $GeCl_4$; y manteniendo frío el líquido, se agita persistentemente, pero sin mucha energía (*). Después de decantación (sólo sería necesario centrifugar si hubiese emulsión persistente, por exceso de agitación) se extrae, con pipeta, al cloroformo, dejándolo escurrir bien libre de líquido ácido (lávese por fuera) a otro tubo seco. No es necesario, aunque conveniente, para mayor sensibilidad, someter el líquido ácido a una nueva extracción con 1 ml de cloroformo, el que se agregará al primero.

El cloroformo se purificará (**), ya sea mediante un tratamiento con sulfito, que sólo permite eliminar a los halógenos y com-

(*) Al agregar el ácido, el cloroformo intensifica la coloración (nitrosos).

(**) Puede destilar, con el $GeCl_4$, y a más de los ácidos: compuestos nitrosos (incluso halogenados nitrosos y sulfurados nitrosos); halógenos; $BF_3$; $H_2SeO_3$; $OsO_4$; $RuO_4$ y sólo poco de otros (As, Sb, Sn, Hg, etc.). En el

puestos nitrosos; o por medio de la tiourea que dará una purificación completa (*). En el primer caso se agrega al líquido 2 ó 3 gotas de agua, unos centígramos de sulfito sólido y una gota de HCl conc.; se agita bien y si no hay decoloración se agregará algo más de sulfito; finalmente se agrega ca. tres volúmenes de HCl conc. (respecto del volumen del líquido superior), se extrae el cloroformo decantado y se lo lava con 0.3-0.4 ml de HCl conc., extrayéndolo completamente libre de líquido ácido.

Para el caso de la tiourea, que corresponde emplear en el aspecto más general del método: el cloroformo se trata por 0.10 ml de HCl conc., 0.3 ml de agua y ca. 0.1 g de tiourea, agitando 1 min. o más; si después de terminada la efervescencia persiste en el cloroformo el color rojizo de los productos de acción de la tiourea con los compuestos nitrosos, se agregará algo más de tiourea, continuando con la agitación y calentando suavemente unos segundos la parte del líquido superior, hasta que el cloroformo solo presente débil color rosado o incoloro (**). La fase acuosa tendrá color rosa o rojo si hay osmio; opalescencia rojiza, si es selenio; azul, si es rutenio (estos dos últimos existirían cuando hay alta concentración en la sustancia analizada y han pasado en pequeña parte, en suspensión en el cloroformo); en ausencia de ellos, será incolora o apenas amarillenta. A continuación se enfría el tubo y se agregan 2 a 3 volúmenes de HCl conc. (respecto del volumen del líquido sobrenadante) y se agita persistentemente, para que pase el $GeCl_4$ al cloroformo; si hay precipitado blanco en la fase ácida, resultado de la acción de los compuestos nitrosos sobre la tiourea) y si hay

---

cloroformo se solubilizan los compuestos nitrosos, los halógenos libres ($Cl_2$, $Br_2$, $I_2$), $OsO_4$, $SnCl_4$. Si en la sustancia existen fluoruros, y empleando exceso de ácido bórico, sólo apenas de $SiF_4$ podrá formarse.

Si se destila pocos minutos sólo podrá pasar $OsO_4$, $BF_3$, halógenos y sus derivados.

No se ha ensayado el comportamiento del rutenio.

(*) La tiourea actúa como reductor y agente complejante; simultáneamente permite reconocer la presencia de osmio (aun en mínimas cantidades).

(**) La pérdida de $GeCl_4$ que puede producirse en esta etapa es prácticamente despreciable (cualitativamente), ya que es baja la concentración de HCl. Con todo, se puede tener la precaución de introducir en el tubo a otro tubo de menor diámetro y longitud, de paredes delgadas y lleno de agua fría, para que se condense el $GeCl_4$ posiblemente volatilizado (al final, el tubo condensador se lavará con el HCl conc.). Esta precaución será más necesaria si se calentó.

opalescencia en el cloroformo, se debe dejar decantar suficiente tiempo o, mejor, centrifugar, para tenerlo límpido (*) (o casi); este cloroformo se somete a un lavado final con 0.3-0.4 ml. de HCl conc. y se lo extrae con todo cuidado para no arrastrar ácido (lavar y secar la pipeta por fuera), recibiéndolo en un tubo seco.

*Identificación del germanio.* — Al cloroformo se le agrega la gota de solución de fenolftaleína y, gota a gota, agitando enérgicamente, la solución de NaOH, 0.5 M, hasta justa persistencia de color, teniendo en cuenta el volumen empleado (**); se agrega el volumen de solución de NaCl 1.5 M que corresponde para completar el volumen obtenido en el ensayo previo del reactivo (teniendo en cuenta que el volumen de solución de NaOH 0.5 M, dividido por 3, da el volumen de NaCl, 1.5 M que deberá descontarse) luego el volumen de HCl, 1.5 M y, al fin, agua hasta alcanzar el volumen total. El líquido acuoso será límpido, aun agitando suavemente; si no, se centrifuga. Se extrae con pipeta, todo o casi todo el cloroformo, cuidando que no se pierda nada de líquido acuoso; se deja unos momentos en el baño de agua de temperatura constante y se le agrega el volumen preestablecido de reactivo, agitando suavemente para uniformar el total de la fase acuosa: dentro del término de acción del reactivo, de acuerdo con el ensayo previo, aparecerá opalescencia blanquecina, coloidal, o precipitado, de acuerdo con la cantidad de germanio presente (la opalescencia transitoria que puede aparecer, al agregar el reactivo, no interesa).

*Ensayos testigos.* — Paralelamente al ensayo de la sustancia a analizar se realizará otro con los mismos reactivos empleados y en iguales condiciones. Esto permitirá confirmar la pureza de los reactivos y la exactitud de la técnica. También es aconsejable hacer un ensayo con 0.1 γ de Ge, para comprobar el grado de eficiencia del procedimiento.

(*) En caso contrario, después se obtendrá líquido opalino, antes del agregado del reactivo para germanio y obligará a centrifugar.

(**) Normalmente, para ca. 3 ml de cloroformo se necesitan menos de 0.30 ml de la solución de NaOH, para neutralizar. Un mayor volumen significaría separación defectuosa y posibilidad de que persistan impurezas en el cloroformo; en este caso se volverá a agregar los dos volúmenes de HCl conc. y extrayendo de nuevo (aquí, naturalmente, se produce una pequeña pérdida de Ge).

*Eficiencia del procedimiento aplicado a sustancias en general.* — La reacción del tanato de quinina da, según se ha dicho, una sensibilidad de 0.01 $\gamma$ de Ge, en volúmenes de 1 ml (hasta casi 3 ml; a menor volumen es más difícil operar debido a la exactitud con que deben medirse las soluciones de ácido y sal y el volumen final). En las distintas etapas del método general se pueden producir pérdidas derivadas de los siguientes factores: 1) pérdidas al destilar: ellas pueden reducirse al mínimo cuidando la técnica y, en todo caso, empleando el aparato de la figura 2. 2) Pérdidas por retención (quizá adsorción) de Ge, de parte del exceso presente de sustancias extrañas; o, quizá del vidrio, o por formación de complejos difícilmente atacables; esto se ha notado en los casos de silicatos (hecho ya conocido), boratos, fluoruros y cuando se forman, al atacar la sustancia, compuestos insolubles de tipo coloide (incluído el caso de una disgregación de sustancia inatacable). 3) pérdidas en el pasaje del $GeCl_4$ al cloroformo, y atribuibles a extracciones incompletas, tanto en el primer tratamiento del destilado por exceso de HCl, como en el proceso de purificación con la tiourea. Igualmente, en esta última etapa, puede haber alguna pérdida por volatilización. 4) Disminución de sensibilidad, según las condiciones elegidas para la aplicación del reactivo.

El procedimiento se ha aplicado a todos los elementos, menos a algunos extraordinariamente raros (15) y operando con 0.3-0.4 ml de soluciones molares (para elementos poco comunes, se operó con pocos mg), efectuando el ensayo testigo y, paralelamente, con 0.1 $\gamma$ de Ge. En algunos casos se aplicó a metales (Sn, Sb, etc.) y a compuestos inatacables (disgregación).

Siempre se pudo obtener reacción positiva para germanio, en el caso de su agregado. En pocos casos el testigo dió una reacción muy débil positiva, pero redestilando el residuo con nuevo agregado de HCl y poco $HNO_3$ ó $(NH_4)_2S_2O_8$, se obtuvo reacción negativa y agregando a este nuevo residuo 0.1 $\gamma$ de Ge apareció reacción positiva. En esta forma, corresponde atribuir la primera reacción débil positiva a la presencia efectiva de una ínfima cantidad de Ge en la sustancia. En otros casos se ha obtenido con 0.1 $\gamma$ de Ge reacción muy débil (dudosa), pero repitiendo el ensayo con 0.5 $\gamma$ resultó francamente positiva (caso de silicato sódico; fluoruro con bórico).

En resumen, puede establecerse que si el reactivo actúa en condiciones de obtener una sensibilidad directa de 0.02 $\gamma$ de Ge y considerando la intensidad de las opalescencias obtenidas, cuando se destilan las sustancias en general, con 0.1 $\gamma$ de Ge, resulta una apreciación de Ge de 0.05 a 0.1 $\gamma$ (o poco más en los casos indicados anteriormente).

## Consideraciones generales

*Destilación.* — La separación del $GeCl_4$ por destilación constituye la base de la mayor parte de los métodos existentes. Una concentración en HCl menor de la que corresponde a la de temperatura de ebullición constante, ya permite una separación cuantitativa [1]; pero en el método aquí propuesto se opera con ácido concentrado para acelerar la destilación. El ácido sulfúrico se aconseja para evitar la destilación de estaño, pero además corresponde emplearlo

para permitir la descomposición de complejos y destruir materia orgánica, para el caso de contemplar la posibilidad de una sustancia cualquiera; por el mismo motivo aquí se aconseja también, el empleo del perclórico. La acción oxidante se indica en los procedimientos conocidos, para evitar la destilación de arsénico, inconveniente cuando se aplican las reacciones de los complejos molíbdicos (se ha propuesto destilar en corriente de $Cl_2$ o mezclando la sustancia con permanganato) ([5,7]); aquí se aplica el persulfato o el ácido nítrico, que son medios cómodos y que no introducen otros iones, excepto el amonio) que impidan continuar con el análisis del residuo de la destilación.

El empleo del $H_3BO_3$, necesario para el caso de fluoruros, reduce ligeramente la apreciación final de Ge; por otra parte se puede observar en la rama de salida del destilador un pequeño ataque, debido a la parcial hidrólisis del $BF_3$. Esta hidrólisis retrograda cuando se agrega, al destilado, el exceso de HCl y así el método no sufre inconvenientes.

*Solvente de absorción.* — Se emplea generalmente una solución de NaOH como medio de absorción de los vapores destilados, pero en el método actual el cloroformo o el tetracloruro de carbono presentan las ventajas de que a la vez que son medios tan eficientes como el álcali, permiten tener el $GeCl_4$ separado de multitud de otras posibles sustancias, insolubles en aquellos y, por esta razón (y la insolubilidad del HCl), se pueden regular estrictamente las condiciones de acidez y salinidad del líquido, antes de aplicar el reactivo de germanio.

De los ensayos cualitativos realizados, no surge una neta diferencia entre las constantes de distribución de cada uno de aquellos solventes, respecto de soluciones clorhídricas de $GeCl_4$. Así, p. ej. 400 $\gamma$ de Ge en presencia de 2 ml de solvente y 2 ml de solución 8-9 M de HCl, agitando enérgicamente y separando ambas fases; luego, sometiendo el líquido ácido a una nueva extracción con solvente y, finalmente, a una tercera, se comprobó que los dos solventes, resultantes de la tercera extracción, daban una opalescencia parecida entre si y correspondiente a pocas centésimas de $\gamma$ de Ge. Esto indica, por una parte, que ambos tienen un comportamiento tal que no obliga, cualitativamente, a una preferencia; y, además, que si los solventes de una tercera extracción dan una ínfima parte

del Ge original, sin duda la primera extracción lleva al solvente la mayor porción del Ge del líquido ácido y la segunda lleva, prácticamente, el total restante. Por otra parte, operando con 0.05 γ de Ge (límite poco superior al de la sensibilidad del reactivo, en condiciones no estrictas) y operando con sulfito o tiourea en las condiciones del método general, permitieron observar una opalinidad algo superior a la que correspondería al límite de perceptibilidad.

En acidez clorhídrica inferior a 8 M la capacidad de pasaje del $GeCl_4$ al solvente baja rápidamente; también en presencia de ácidos perclóricos o sulfúrico, con acidez clorhídrica 8 M la eficiencia es menor, pero se corrige la situación aumentando la concentración clorhídrica, y en todo caso, repitiendo la extracción del líquido ácido con un poco de cloroformo.

*Reactivos para germanio.* — En vista de la posición del germanio en la clasificación periódica de los elementos y sus relaciones con Si, As, P, Sn, Sb, se ensayaron los reactivos de precipitación de Pouget y Chouchak ([13]), a base de molibdato-alcaloides, que acusan alta sensibilidad para fosfato (arseniato y silicato no acusan sensibilidad alta, pero disminuyen la de fosfato). Estos autores prefieren el molibdato-estricnina al molibdato-quinina, pero Gregoire ([6]) elige el segundo por ser menos sensible a silicato.

Desde el punto de vista de la sensibilidad frente al germanio ensayé algunos alcaloides (estricnina, quinina, codeína, cinconina), en mezcla ácida con molibdato, apareciendo como más conveniente la quinina, que da opalescencia, en caliente, con décimas de γ de Ge. Sin embargo, el reactivo es menos ventajoso que el tanato de quinina, en cuanto es menos sensible, menos específico y menos seguro en su aplicación general. Con todo, se expondrán algunas conclusiones.

Después de múltiples operaciones, se aceptó la fórmula:

0.40 ml de solución de molibdato de amonio al 5 %.
1.00 ml de solución de ácido clorhídrico, 4 M.
1.60 ml de solución de clorhidrato de quinina al 1 %.

Se mezcla la solución de molibdato con el ácido y se le agrega, luego, la de quinina. El reactivo se conserva bien varios meses, por lo menos.

Para cada alcaloide existe una proporción óptima de los componentes, de modo que resulte mejor sensibilidad, en frío o en caliente, frente al Ge.

El reactivo citado se emplea en la siguiente forma: a 0.50 ml de la solución a investigar, llevada a situación próxima a la neutralidad (empleando como indicador una gota de solución de fenolftaleína al 0.02 %), se le agrega 0.5 ml del reactivo; la mezcla se calienta en baño de agua hirviente, con lo que aparecerá opalescencia, dentro de 15 a 60 segundos, con algo menos de 0.2 $\gamma$ de Ge. El testigo, sin Ge, permanecerá límpido durante un tiempo mayor; aunque después de cierto período siempre aparecrá opalescencia (esto período, así como el que corresponde al caso de presencia de Ge, depende de pequeñas variaciones en la composición del reactivo, de su antigüedad y algo de la concentración en electrólitos extraños). También, cantidades elevadas de Ge sólo producen la precipitación si se calienta, aunque el tiempo será menor. Como la reacción se juzga por una diferencia de tiempo requerido para que aparezca opalescencia respecto del testigo, hay cierto grado de inseguridad. Por otra parte, si se aplica la reacción en presencia de $CCl_4$ o $HCCl_3$, parece que el solvente favorece, de modo irregular la aparición de opalescencia.

El reactivo es muy sensible a fosfato y arseniato (ca. 0.1 $\gamma$) y algo menos para silicato (4 $\gamma$); la mayoría de los cationes en bajas concentraciones no afectan; $F^-$, impide la reacción; $Cl^-$ y $Br^-$, no influyen; $Br_2$ y $I_2$ dan precipitados coloreados. Concentraciones algo elevadas de electrolitos (p. ej. NaCl), retardan la aparición de opalescencia y disminuyen la sensibilidad.

Otras características de los reactivos de este tipo: los molibdatos de alcaloide son solubles en medio ácido y más en caliente, pero al enfriar precipitará. La solución ácida precipita por dilución y más fácilmente si se calienta (fenómenos estos que tienen la apariencia de hidrólisis). La fórmula ya indicada es más conveniente, en el sentido de que mayor exceso de molibdato, respecto de alcaloide, dará más fácil precipitación en el testigo y menor sensibilidad al Ge; a mayor acidez menor sensibilidad y también menor facilidad de precipitación en el testigo; menor concentración del reactivo en el volumen final de solución, conduce a más fácil precipitación.

*Reactivos « tanato-alcaloide ».* — En base al hecho de que el germanio en soluciones no muy diluídas precipita con tanino y considerando que éste, a su vez, precipita con los alcaloides, dando complejos solubles a baja acidez (reprecipitables a alta concentración de ácido y/o electrólitos en general), se pensó que estos complejos, coloidales o, diríamos, precoloidales, fuesen sensibles como reactivos de precipitación para el Ge. Efectivamente, los ensayos preliminares confirmaron esta presunción, eligiéndose a la quinina, sin que otros puedan definitivamente desecharse. El proceso tiene la apariencia de que a una dada concentración en ácido y electrólitos, pueden obtenerse micelas suficientemente grandes del complejo tanato-alcaloide,

como para que produzcan opalescencia visible y que en presencia de $Ge^{4+}$ o $GeO_4^{4-}$ (o $GeO_3^{--}$) se forma un nuevo complejo —digamos: germano-tanato de quinina— de micelas mayores, o que, por un proceso de adsorción, se «cataliza» la aglomeración de micelas primarias.

Lo interesante es que, el germanio, desarrolla una acción suficientemente neta como para que sea posible su identificación mediante las precauciones del método expuesto. También tienen una acción específica, el antimonio, estaño y, algo menos, el arsénico, elementos que, junto con el germanio ocupan los vértices de un cuadrilátero en la clasificación periódica de los elementos.

En una larga serie de experiencias previas se pudo comprobar: 1) algunas mezclas, ligeramente ácidas, de tanino y alcaloide, son más sensibles frente al germanio cuando, a la vez que una determinada acidez, existe también una cierta concentración salina (sales de sodio, potasio, amonio, etc.); 2) la concentración ácida y salina conveniente depende de la concentración de tanino y quinina; 3) la temperatura tiene marcada influencia.

Por otra parte, se eligió un volumen de operación de 1-1.2 ml, al que se agregaría 0.2 ml de reactivo, volúmenes cómodos teniendo en vista la situación de una investigación de Ge, previa recepción de los vapores de $GeCl_4$ en un solvente no acuoso; además se eligieron el HCl y el NaCl, en vista de que la solución de germanio deriva de una destilación clorhídrica. En base a estas condiciones previas se determinaron las mejores relaciones de concentración de tanino y quinina, ácido y sal.

Han sido encontradas dos fórmulas, con concentraciones límites de tanino:

I) Para emplear con alta concentración de NaCl
1 volumen de solución de clorhidrato de quinina al 1 %
1 volumen de solución de tanino al 0.25 %
mezclar y acidificar, hasta ca. 0.01 M con HCl (solución límpida) o disolver en la forma ya conocida.

II) Para emplear con baja concentración de NaCl
1 volumen de solución de clorhidrato de quinina al 1 %
1 volumen de solución de tanino al 2 %
mezclar y acidificar como en I).

Si en el caso I) se necesita agregar, p. ej., para tener reacción óptima, 0.20 ml de reactivo a 1.20 ml de solución conteniendo 0.35 ml de

solución de HCl, M y 0.35 ml de solución de NaCl, M; en el caso II, siendo todo lo demás igual, se empleará sólo 0.35 ml de solución de NaCl, 0.2 M (*) para tener reactivos sensibles. Los detalles han sido indicados en el método ya expuesto, en cuanto a las condiciones para obtener un testigo límpido en un tiempo conveniente y a la vez suficiente sensibilidad frente al germanio.

Las dos fórmulas conducen a una sensibilidad en condiciones estrictas, de 0.01 γ de Ge. Por otra parte, se pueden hacer mezclas de la solución de quinina y otras de tanino en concentraciones dentro de los límites de las fórmulas I y II), variando consecuentemente la cantidad de solución de NaCl y pudiendo obtenerse, en todos los casos, sensibilidades iguales. La fórmula que ha sido elegida en el método de aplicación general contiene más tanino que la I), porque es más fácil regular la sensibilidad a distintas temperaturas; además, ella es un poco menos sensible frente a arsénico, antimonio y estaño, que la fórmula II).

Otras características generales de los reactivos de este tipo, son: 1) en un medio libre de electrólitos y a acidez conveniente se obtiene también opalescencia con Ge, pero la sensibilidad es menor; si la relación de concentración ácido-sal se altera, de modo que aumente mucho el ácido y disminuya la sal, la sensibilidad es también menor y más lenta la aparición de opalescencia con Ge, habiéndose observado, en algunas oportunidades, ligera mayor opalescencia en el testigo que en el tubo con Ge (para el caso de un débil exceso, respecto del límite tolerable, de una u otra sustancia); recíprocamente, un predominio de sal sobre el ácido hace más crítico al reactivo, en el sentido de que deben extremarse los detalles operatorios. El NaCl actúa como sensibilizante efectivo y regulador del proceso, dentro de cierto límite de concentración (en presencia de NaCl, sin más ácido que la pequeña cantidad existente en el reactivo, la sensibilidad es también menor y mayores las exigencias operatorias). 2) Toda disminución de concentración en el líquido final (ya sea de reactivo o ácido o sal), incluso mayor dilución, disminuye la sensibilidad. Las variaciones de la concentración de tanino, dentro de las demás condiciones constantes, conducen a mayor influencia (menor para la quinina): un aumento conduce más fácilmente a opalinidad en el testigo, una disminución a menor sensibilidad para el Ge. Pero es posible compensar una disminución de la cantidad de tanino con un aumento de la de quinina, y recíprocamente, dentro de ciertos límites, para obtener una fórmula de igual efectividad. 3) Tanto el complejo tanato-quinina, como el de Ge, dejan de dar opalinidad al aumentar la temperatura, aunque reaparecen al enfriar, pero con menor intensidad. También se solubilizan en acetona y alcohol. Se ensayaron soluciones acuoso-acetónicas como vehículo de acción del reactivo, pero sin ventajas, pues si bien en esas

(*) En la descripción del método se han indicado soluciones de ácido y sal 1.5 M porque permiten operar dentro de mayor margen de temperaturas.

soluciones se puede operar con mayores concentraciones de sal y ácido o reactivo, sin que aparezca opalescencia en el testigo, la sensibilidad límite frente al Ge, no es mayor y no se dispone tampoco de mayor elasticidad en la operación. Para el alcohol la situación es análoga.

*Acción del reactivo con otros iones.* — Se aplicó el reactivo a una solución conteniendo 0.05 γ de Ge y 0.10 ml de solución 0.1 M de un ion extraño; paralelamente se operó con la solución conteniendo la misma cantidad de Ge y sin agregado y en un tercer tubo, existiendo sólo el ion extraño. El resultado obtenido con cada uno de los demás iones es el siguiente: No actúan ni afectan (*) la reacción del Ge: Pb, Hg (II), Cu, Cd, Bi, Al, Zn, Ni, Co, Cr (III, U (IV), Be, Ti, Ca, Ba, Sr, Mg, Th, Tl (III), Zr, Ce (III y IV), Ga, Se (IV), Te (IV), V (IV), Yt, Er, Pr, La, Nd, Sa, Pt(IV), Rh (III), Os (III y IV), Ru (III y IV), Pd (II) [No se han tenido en cuenta cationes y aniones que precipitan con HCl], Na, K, Li, Cs, Rb, $NH_4^+$,

Tampoco afectan los aniones:

$SO_4^{--}$, $NO_3^-$, $Cl^-$, $Br^-$, $I^-$, $ClO_3^-$, $ClO_4^-$, $PO_4^{---}$, $SiO_4^{4-}$, $PO_2H^-$, $PO_3^-$, $P_2O_7^{4-}$

(1500 γ de P o Si, como fosfato o silicato, no afectan, por lo menos).

Actúan: Molibdato, da el color que produce el tanino (amarillo pardo) y con la quinina precipita. Fe (III), color verdoso con el tanino y precipita con el agregado de la quinina. Vanadato, color rojizo vinoso con el tanino y opalescencia con la quinina agregada. Ir, decoloración de la sal de iridio y opalescencia. Au (III) da opalescencia amarillenta que oscurece luego. Pd, opalescencia amarillenta. Os (VIII), color y opalescencia azulada (que los da el tanino solo también). Ru (VIII), color rojizo (que lo da el tanino). $ClO^-$, $IO_4^-$, opalescencia. $BrO_3^-$, $IO_3^-$ no dan reacción visible pero afectan la sensibilidad del Ge. $I_2$, da precipitado rojizo. $Br_2$, de color rosa. $F^-$, no reacciona, pero a cierta concentración afecta la sensibilidad de la reacción del Ge (acción complejante). Los oxidantes ($H_2O_2$,

(*) Las cantidades que intervienen en estos ensayos, de sustancias extrañas, no modifican sensiblemente el pH de la solución ni la salinidad; los resultados expuestos no significan que en algunos casos de no acción, pueda no producirse algún retardo o aceleración en la aparición de la opalescencia correspondiente al Ge, o una leve modificación en la intensidad de la misma. En términos generales, es natural que cualquier sustancia en suficientemente alta concentración, ha de dar opalescencia o precipitado, por acción de « sal » o por variación de pH o por reacciones típicas de precipitación con el tanino (W, Ta, Nb, Ga, Be y U).

$MnO_4^-$, etc.) disminuyen la sensibilidad para el Ge (oxidación del tanino).

Estaño y antimonio, en sus dos tipos de valencia, son sensibles al reactivo hasta dentro de la fracción de γ (y la sensibilidad es algo menor para el grado menor de valencia) arsénico (III) sólo es acusado a cerca de 100 γ, pero el pantavalente puede actuar ya con algunas decenas de γ. En estos tres casos el reactivo con mayor concentración de tanino presenta mayor sensibilidad o, por lo menos, la opalescencia aparece más rápidamente y más acentuada. La temperatura y concentraciones de ácido y sal (aparte de la del tanino), tienen neta influencia, particularmente respecto del arsénico. Felizmente, aparte de que haciendo una destilación de $GeCl_4$ con precauciones, sólo podría pasar muy poco de los elementos indicados, la intervención del cloroformo y su purificación por la tiourea elimina toda posibilidad de error. En efecto: con 2000 γ de arsénico o de antimonio (pentacloruros), sometidos a extracción con cloroformo, en presencia de ácido clorhídrico 8 M y luego, tratando o no, al solvente extraído con tiourea (método general), antes de la aplicación del tanato de quinina, se obtuvo con este reactivo, completa limpidez en la fase acuosa. El estaño (tetracloruro) pasa al cloroformo, pero si éste se purifica con tiourea (o se reduce en medio alcalino con hidroxilamina), no se produce reacción con el tanato; el dicloruro de estaño (preparado con Sn y HCl), extraído con cloroformo (sin purificación), no da reacción; tampoco la da antimonio trivalente; arsénico (trivalente) pasa en pequeña cantidad al cloroformo, pero con previo tratamiento por tiourea no se obtiene reacción. En todos estos casos se comprobó también que en presencia de 0.05 g de Ge, la reacción se produce normalmente.

El $OsO_4$, que destila y es soluble en cloroformo, y que da reacción sensible (a pocas γ) con el tanino, es completamente eliminado por la tiourea (o por hidroxilamina en medio alcalino); así se comprobó destilando 3 mg de Os, con y sin 0.1 γ de Ge. El $RuO_4$, reducido por el HCl, no persiste en el cloroformo; pero si algo quedase en suspensión, también es eliminado por la tiourea (situación igual para Au, Pd e Ir, que no dan, con el tanato, reacción muy sensible).

## Conclusiones

Se ha estudiado un nuevo reactivo — tanato de quinina — que presenta una sensibilidad a 0.01 γ de germanio, en solución pura.

Operando por destilación se puede identificar, en las sustancias en general, 0.1 γ, o algo menos, del elemento, en presencia de miligramos o centigramos de aquellas. En el texto se indican los detalles y las ventajas que tiene la aplicación de cloroformo (o $CCl_4$) como solvente del $GeCl_4$, lo que permite emplearlo para recibir los vapores destilados. Finalmente el empleo de la tiourea, como agente reductor y complejante, hace posible la purificación final del cloroformo, de modo que la acción del reactivo sea específica para germanio.

### Agradecimiento

Debido a una amable gestión del doctor Raúl Wernicke, pude obtener con toda la gentileza del doctor Carlos A. Durrruty una cantidad complementaria de dióxido de germanio, lo cual me permitió llevar a término este trabajo. A ellos expreso mi mayor reconocimiento.

### Bibliografía

1. Aitkenhead, W. C., y Middleton, A. R. — *Analy Ed.*, **10**, 633 (1938).
2. Alimarin, I. P., y Iwanow, Emin B. N. — *Mikrochemie*, **21**, 1 (1936).
3. Hybbinette, Anna-Greta, y Sandell, E. B. — *Analy Ed.*, **14**, 715 (1942).
4. Coase, S. A. — *Analgst*, **59**, 747 (1934).
4*a*. Chamot, E. M., y Mason, C. W. — *Handbook of Chemical Microscopy*, Vol. II, 189 (1940); (Wiley & Sons).
5. Davies, G. R., y Morgan, G. T. — *Analyst*, **63**, 388 (1938).
6. Gregoire, A. — *Bull. Soc. Chim. Belge*, **29**, 253 (1920).
7. Komarowsky, A. S., y Poluektoff, N. S. — *Mikrochemie*, **18**, 66 (1935).
8. Kuznetsov, I. V. I. — *J. General Chemistry* (USSR), **9**, 1049 (1939) (*Chem. Abs.*, **33**, 8521 (1939).
9. Müller y Smith. — *J. Am. Chem. Soc.*, **44**, 1909 (1922).
9*a*. Noyes, A. A., y Bray, W. C. — *A System of Qualitative Analyses for the Rare Elements*. 1927 (Mac Millan).
10. Poluektoff, N. S. — *Mikrochemie*, **18**, 48 (1935).
11. Poluektoff, N. S. — *Mikrochemie*, **18**, 48 (1935).
12. Poluektoff, N. S. — *J. Applied Chem.* (USSR), **9**, 2302 (1936) (Según: Mellan I. — *Organic Reagents in Inorganic Analisis*, 1941).
13. Pouget, I., y Chouchak, D. — *Bull. Soc. Chim. France*, (3), **5**, 104 (1909); (3), **9**, 649 (1911).
14. Vanossi, R. — *Anales Soc. Científica Argentina*, **134**, 73 (1942).
15. Weissler, A. — *Analy. Ed.*, **16**, 311 (1944).

EN TODAS PARTES
SE VENDE
EN TODAS PARTES
SE EMPLEA

**EL** "San Martin" es un cemento aprobado de alta calidad para hacer construcciones seguras, sólidas y permanentes. Se vende en bolsas de género o de papel de 50 kilos neto cada una.

CALIDAD - SERVICIO - COOPERACION

el hormigón dura mas

CEMENTO SAN MARTIN PORTLAND
INDUSTRIA ARGENTINA

COMPAÑIA ARGENTINA DE CEMENTO PORTLAND
RECONQUISTA 46 - BUENOS AIRES • SARMIENTO 991 - ROSARIO

CEMENTO PORTLAND "INCOR" ENDURECIMIENTO RAPIDO
INDUSTRIA ARGENTINA

C. E 151

COMPAÑIA DE SEGUROS

# La Comercial e Industrial de Avellaneda

SOCIEDAD ANONIMA

**Incendio** **Cristales**

**Avda. Mitre 429 (piso 1º)** - Avellaneda — U. T. 22 - 7941 y 22 - 9138

# CRISTALERIAS

# MAYBOGLAS

**Sociedad de Responsabilidad Limitada**

**CAPITAL $ 1.000.000 m/n**

MyB M. R.

**ENVASES DE VIDRIO - TUBOS DE VIDRIO**

**BLOQUES PARA PISOS Y TABIQUES**

**Escritorio:**
Caseros 3121
U. T. 61-0212

**Fabrica:**
Tabaré 1630
U. T. 61-3800

COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA

# SUD AMERICA

Av. R. SAENZ PENA 530 - BUENOS AIRES

*La más poderosa y difundida en el país.*

Seguros de Vida en vigor:
**$ 429.795.618 m/l.**

Reservas Técnicas:
**$ 68.248.785 m/l.**

Pagados a Asegurados y Beneficiarios desde 1923:
**$ 126.859.182 m/l.**

COMPAÑIAS ARGENTINAS DE SEGUROS

"LA ESTRELLA" S. A. y "AMERICA"

PARA SUS BIENES ASEGURABLES, LES OFRECEN SUS AMPLIAS GARANTIAS
CIMENTADAS EN SU LARGA TRAYECTORIA DE VIDA ASEGURADORA

Teléfonos:
U. T. 31, 2747 - 2890 - 2727

471 - SAN MARTIN - 475
BUENOS AIRES

DISPONIBLE

DISPONIBLE

Murtagh, Juan N.
Nágera, Juan José
Natale, Alfredo
Navarro Viola, Jorge
Negrete, Lucía
Negri, Mario L.
Noya, Rómulo M.
Nürnberg, Zacarías M.
Ogloblin, Alejandro
Olguín, Juan
Olivera, Carlos E.
Oliveri, Alfredo E.
Ortiz, Aníbal A.
Ortiz de Rosas, Jorge
Otamendi, Gustavo
Otero Espasandín José
Ottonello, Héctor
Ottonello, Néstor J.
Páez, José María
Paltoví, y Oliveras A.
Palazzo, Pascual
Parel, Clovis A. M.
Parodi, Edmundo
Parodi, Lorenzo R.
Parodi, Raúl
Pasqualini, Clodoveo
Pastore, Franco
Paz Anchorena, José M.
Pedace, Eduardo A.
Penazzio, Oscar
Perazzo, Roberto J.
Pérez del Cerro, Carlos A.
Pérez Martínez, Aníbal
Perrone, Cayetano
Pestalardo, Agustín
Pini, Aldo S.
Pistarelli, Julio A.
Plá, Cortés
Platz, Hubert
Polledo, César M.
Portillo, Gregorio A.
Posadas, Carlos
Puchulu, Juan F.
Puente, Francisco de la
Quinos, José Luis
Radice, María M.
Raitzin, Alejandro
Ramaccioni, Danilo
Ramallo, Carlos M.
Ranwez, Gustavo
Rathgeb, Alfonso
Ratto, Héctor R.
Raver, Ignacio
Re, Pedro M.
Rebuelto, Emilio
Reece, William Asher
Repossini, José
Rezzani, José María
Rizzoli, Ricardo H.
Roca, Félix
Rodríguez, Miguel
Roffo, Angel H.
Roldán, Raimundo
Rokotnitz, Otto
Rosas, Agustín
Rosauer, Rodolfo E.
Rossell Soler, Pedro
Ruata, Luis E.
Ruiz Moreno, Adrián
Ruiz Moreno, Isidoro
Sabaria, Enrique
Salomón, Hugo
Sampietro, Adolfo D.
Sánchez Díaz, Abel
Sánchez, José Ricardo
Santángelo, Rodolfo
Santos Rossell, Carlos
Saralegui, Antonio M.
Sarrabayrouse, Eugenio
Savastano, Julio
Savon, ,Marcos A.
Schcolnicov, Bernardo
Schleich, Bernardo E.
Schnack, Benno J.
Schneider, Otto
Schulz, Guillermo
Selzer, Samuel
Sesma, Angel
Sheahan, Juan F.
Simonoff, Miguel
Simons, Hellmut
Siri, Luis
Sirotzky, David
Sisto, Emilio E.
Sobral, Arturo
Solari, Emilio F.
Solari, Miguel A.
Soler, Frank L.
Somonte, Eduardo
Sordelli, Alfredo
Spinetto, David J.
Spota, Víctor J.
Stoop, Arnoldo
Storni, Carlos D.
Storni, Segundo R.
Tanturi, Carlos A.
Tarragona, José
Tello, Eugenio
Tomasello, Juan F.
Torre Bertucci, Pedro
Tossini, Luis
Trelles, Rogelio A.
Trucco, Sixto E.
Turdera, Raúl D.
Valeiras, Antonio
Valentini, Argentino
Valentinuzzi, Máximo
Vallebella, ,Colón B.
Vallejo, Segundo E.
Vanossi, Reinaldo
Vaquer, Antonio
Varela Gil, José
Verdier, Pablo A.
Veyga, Francisco de
Vidal, Eduardo
Vignati, Milciades A.
Vignaux, Juan C.
Villalobos Domínguez, Cándido
Vinardell, Alberto
Voilajuson, Julián
Volpatti, Eduardo
Volpi, Carlos A.
Wainer, Jacobo
Wauters, Carlos
Weil, Pedro A.
Wernicke, Raúl
White, Guillermo J.
Wolff, Pablo Osvaldo
Wunenburger, Gastón
Yepes, José
Zamboni, Agustín
Zanetta, Alberto
Zappi, Enrique V.
Zuloaga, Angel M.

## SOCIOS ACTIVOS NO RESIDENTES

Carelli, Antonio
Cernuschi, Félix
Fischer, Gustavo Juan
King, Diarmid O.
Kinkelin Pelletan, Eugenio de
Puebla, Faustino A.

## SOCIOS ADHERENTES

Aloisi, Enrique
Bardin, Pedro P.
Bazzanella, José
Brero, Hércules N. V.
Carrera, César J. M.
Cotlar, Mischa
Chiodin, Alfredo S.
Di Leo, Ernesto
Dupont, Benja
Egen, Walther, von
Elizondo, Francisco M.
Faccin, Licia
Ferramola, Raúl
García, Eduardo D.
Gingold Tarder, Boris
Gorchs, Agustín C.
Greenway, Daniel J.
Hendler, Eugenio
Hermitte, Raúl J. J.
Junqué Gassó, Alfredo R.
Kutner, Elías
Leiguarda, Ramón H.
Mailhos, Luis E.
Milesi, Emilio Angel
Molfino, Rubén H.
Molinari, Angélica N. V. de
Monteverde, José J.
Pando Carabassa, Félix
Peraldo, Leo
Recoder, Roberto F.
Repetto, Cayetano
Reynal, Jorge E.
Rodríguez, María Luisa
Rusconi, Carlos
Sadosky, Manuel
Salavin, Raimundo G.
Stacco, Alberto Carlos
Tarhay, Irene
Tortorelli, Lucas A.
Viticcioli, Fernando
Wechsler, Wolf
Wright, Arthur W.

## CASAS ADHERENTES

Angel Estrada y Cía.
Banda de Estribor
Benvenuto y Cía.
Bunge y Born, Ltda.
Compañía General de Construcciones
De la Puente y Bustamante
D'Elía, Antonio
Establecimientos Industriales "Febo"
Latham Urtubey, Agustín O.
Lutz, Ferrando y Cía.
Hijos de Atilio Massone O. Guglielmoni
Otto Hess, S. A.
Peña, Guillermo A.
Jacobo Peuser, S. A.
Polledo Hnos. y Cía.
Polledo, S. A.
Rezzani y Esperne
Rivara y Cía.
Siemens-Bauunion
S. A. Talleres Metalúrgicos San Martín «TAMET»
T. Gr. "Tomás Palumbo"
Ultramar, S. A. Petrol. Arg.
Wayss y Freytag

## SOCIO VITALICIO

Huergo, Eduardo María

## MIEMBROS PROTECTORES DE LA ORGANIZACION DIDACTICA DE BUENOS AIRES

Besio Moreno, Nicolás | Tornquist, E. y Cía. (Lda).

## SECCION SANTA FE

### COMISION DIRECTIVA

PERIODO 1944-45

Presidente, Ingº Agrº Bruno Santini; Vice-Presidente, Prof. Rolando Hereñú; Secretario de actas, .....; Secretario de correspondencia, Ingº Quím. Emilio A. Vergara; Tesorero, Ingº Quím. Mario Schivazzappa; Vocales titulares: Dr. José Piazza, e Ingº Quím. Carlos Christen; Vocales suplentes: Dr. Gustavo A. Fester e Ingº Civ. Francisco Urondo; Encargado de Publicaciones, Ingº Civ. José Babini; Encargado de Biblioteca y Canje, Ingº Quím. Rodolfo Rouzaut.

### SOCIOS ACTIVOS

Anadón, Leónidas
Ariotti, Juan Carlos
Babini, José
Berraz, Guillermo
Bertuzzi, Francisco A.
Bossi, Celestino
Cerana, Miguel
Costa Comas, Ignacio M.
Crouzeilles, A. L. de
Cruellas, José
Christen, Carlos
Christen, Rodolfo G.
Fester, Gustavo A.
Giscafre, Lorenzo
Gollán, Josué (h.)
Hereñú, ,Rolando
Hotschewer, Curto
Kleer, Gregorio
Mai, Carlos
Mallea, Oscar S.
Mántaras, Fernando
Méndez, Rafael O.
Muzzio, Enrique
Nicollier, Víctor S.
Nigro, Angel
Niklison, Carlos A.
Piazza, José
Piñero, Rodolfo
Pozzo, Hiram J.
Puente, Nemesio G. de la
Rouzaut, Rodolfo
Salaber, Julio
Salgado, José
Santini, Bruno L. P.
Schivazappa, Mario
Simonutti, Atilio A.
Spezzati, Carlos
Tissembaum, Mariano
Urondo, Francisco E.
Vergara, Emilio A.
Virasoro, Enrique
Zárate, Carlos C.

## SECCION MENDOZA

### COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Eduardo Carette; Vice-Presidente, Ingº Cayetano C. Piccione; Secretario, Sr. Adrián Ruiz Leal; Tesorero, Sr. Manuel Tellechea; Bibliotecario, — —; Vocales: Dr. Juan B. Lara; Ingº Juan P. Toso; Sr. Ranulfo Rosales; Dr. Juan P. Paganotto; Dr. Mario Bidone.

### SOCIOS ACTIVOS

Alcalde Lassalle, Alberto J.
Bacal, Benjamín
Barceló, Manuel
Bauzá, Juan
Benegas, Raúl
Bidone, Mario
Borsani, Carlos Pablo
Burgoa, Pedro A.
Carette, Eduardo
Casale, Florencio B.
Ceresa, Mario Carlos D.
Croce, Francisco M.
Deis, Pedro (h.)
Dodds, Leonel
Gomensoro, José N.
Ilardo, Modesto
González, Joaquín R.
Lara, Juan B.
Lombardozzi, Vicente P.
Magni S., Carlos J.
Minoprio, José D. J.
Paganotto, Juan P.
Pescatori Arentsen, Gustavo
Pedrini, Aldo S.
Piccione, Cayetano C.
Ponce, José Raúl
Rosales, Ranulfo S.
Ruiz Leal, Adrian
Serra, Luis Angel
Silvestre, Tomás
Suárez, Jorge Carlos
Sueta, Luis G.
Toso, Juan P.
Zapata Burgos, Jorge M.

## SECCION LA PLATA

### COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Emiliano J. Mac Donagh; Secretario, Dra. Juana Cortelezzi; Tesorero, Dr. Tomás C. Pera; Vocales: Ingº Juan Carlos Lindquist, Dr. Pedro G. Paternosto, Dr. Víctor M. Arroyo, Prof. Alberto A. Mignanego.

### SOCIOS ACTIVOS

Alsina Fuertes, Fidel
Arroyo Basaldúa, Víctor M.
Burgueño, José Luis
Coria, Pedro E.
Cortelezzi, Juana

Christmann, Federico E.
Giovambattista, Humberto
Inda, Carmen
Landolfi, José María
Lindquist, Juan Carlos
Lisarán, Fernando
Loedel Palumbo, Enrique
Mac Donagh, Emiliano J.
Madrid, Diógenes
Marmonti, Angel
Massimino, Blas
Méndez, José D.
Mignanego, Alberto Armando
Nico, Raúl
Oliva, Virgilio
Paternosto, Pedro G.
Pera, Tomás Carlos
Platzceck, Ricardo P.
Rigamonti, Esteban F.
Ringuelet, Emilo J.
Romano Yalour, JuanG.
Sabato, Juan
Sáez, Francisco A.
Sagastume Berra, A. E.
Scheggia, Eduardo R.
Trejo, César A.
Ucha Udabe, Manuel
Vucetich, Danilo C.
Wilkens, Alejandro

## SECCION TUCUMAN

### COMISION DIRECTIVA

Presidente, .....; Secretario, Dr. Luis N. Pizzorno; Tesorero, Dr. Guillermo Cetrángolo; Vocales: Dr. William E. Cross, Dr. Aníbal Sánchez Reulet, Dr. Raúl J. Blaisten, Dr. Rafael Sorol.

### SOCIOS ACTIVOS

Alvarado, Carlos Alberto
Balmori, Clemente H.
Benvenuto Terracini, Aron
Blaisten, Raúl J.
Boggiatto, Dante E.
Cecilio, Armando
Cetrángolo, Guillermo
Conceiçao de la Cruz, Alfonso
Cross, William E.
Cuenya, Carlos (h.)
Dates, Juan W.
Descole, Horacio R.
Deza Cenget, Dacio
Escalante, Dardo A.
Fontana, Iván R.
Freiberg, Salomón
Fonio, Osvaldo A.
Frondizi, Risieri
Greve, Walther
Guzmán, Arturo M.
Herrera, Félix E.
Ibáñez, Adolfo P.
Jung, Walter
Lázaro, Juan F. de
Lebrón, Enrique Juan
Lobo, Arturo
Maidana, Héctor R.
Manoff, Isaac
Nanni, Luis Fernando
Novillo, Napoleón R.
Peirano, Abel A.
Peña Guzmán, Solano
Pepe, O. Rodolfo
Pizzorno, Luis N.
Robín, Maximiliano V.
Rodríguez Marquina, Elio
Rohmeder, Guillermo
Romaña, Cecilio
Saleme, Ernesto M.
Sánchez Reulet, Aníbal
Santillán, Luis A.
Santillán, Prudencio
Schegg, Alfredo
Silvetti, Luis María
Soria Bravo, Custodio
Sorol, Rafael V.
Storni, Julio S.
Terracini, Alejandro
Treves, Renato
Uslenghi, Alejandro S.
Verna, Luis C.
Victoria, Virgilio A.
Viola, Eugenio F.
Würschmidt, José

### SOCIOS CORRESPONDIENTES

| | |
|---|---|
| Alvarez, Antenor ..... | Sgo. del Estero |
| Amaral, Afranio de ..... | San Pablo (Br.) |
| Avendaño, Leónidas ..... | Lima |
| Bachmann, Carlos J. ..... | Lima |
| Bonarelli, Guido ..... | Gubbio (It.) |
| Borel, Emile ..... | París |
| Cabrera, Blás ..... | Madrid |
| Campos Porto, Pablo ..... | Río de Janeiro |
| Chester Bradley, J. ..... | Ithaca, N. Y. |
| Darmois, Eugenio ..... | Nancy (Fr.) |
| Darmois, Georges ..... | París |
| Dávila, Rubén ..... | Santiago (Ch.) |
| Escomel, Edmundo ..... | Lima |
| Fiebrig, Carlos ..... | Munich (Al.) |
| Fontecilla Larrain, Arturo... | Santiago (Ch.) |
| Fort, Michel ..... | Lima |
| García Godofredo ..... | Lima |
| González del Riego, Felipe .. | Lima |
| Goodspeed, Thomas H. ..... | Berkeley, Cali. |
| Greve, Germán ..... | Santiago (Ch.) |
| Guinier, Philibert ..... | Nancy (Fr.) |
| Hadamard, Jacques ..... | París |
| Haurian, Luciano ..... | Bruselas |
| Hernández, Juvenal ..... | Santiago (Ch.) |
| Hijar y Haro, Luis ..... | México |
| Janet, Pierre ..... | París |
| Jiménez de Asúa, Luis ..... | Madrid |
| Keiper, Guillermo ..... | Berlín |
| Langevin, Paul ..... | París |
| Levi Peppo ..... | Rosario |
| Lobo, Bruno ..... | Río de Janeiro |
| Mardones, Francisco ..... | Santiago (Ch.) |
| Molina, Enrique ..... | Concep. (Ch.) |
| Monjaráz, Jesús E. ..... | México |
| Montel, Paul ..... | París |
| Moretti, Gaetano ..... | Milán |
| Oliver Schneider, Carlos .... | Concep. (Ch.) |
| Pereira d'Andrade, Lencastre | Nova Goa (I. P.) |
| Perrin, Tomás G. ..... | México |
| Perrine, Carlos D. ..... | Córdoba |
| Pi y Suñer, Augusto ..... | Barcelona |
| Reyes Cox, Eduardo ..... | Santiago (Ch.) |
| Rosenblatt, Alfred ..... | Lima |
| Rowe, Leo S. ..... | Wáshington |
| Tello, Julio C. ..... | Lima |
| Terracini, Alejandro ..... | Tucumán |
| Valle, Rafael H. ..... | México |
| Vélez, Daniel M. ..... | México |
| Villarán, Manuel V. ..... | Lima |
| Vitoria, Eduardo ..... | Barcelona |